

**Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування**

**С. Л. Кусковець**

**ПРОТИПОЖЕЖНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ  
ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ  
В СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ**

***Монографія***

**Рівне 2020**

УДК 628.17:628.74:628.174  
К94

**Рецензенти:**

**Ткачук О. А.**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедру Національного університету водного господарства та природокористування;

**Болібрух Б. В.**, доктор технічних наук, професор кафедри Національного університету «Львівська політехніка»;

**Ковалишин В. В.**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедру Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету  
водного господарства та природокористування.  
Протокол № 5 від 14 червня 2019 р.*

**Кусковець С. Л.**

**К94** Протипожежне водопостачання підвищеного тиску в сільських населених пунктах : монографія. – Рівне : НУВГП, 2020. – 162 с.

**ISBN 978-966-327-454-6**

Проведено оцінку сучасного стану водопостачання та забезпечення пожежної безпеки в населених пунктах сільської місцевості. Проаналізовано стан нормування протипожежного водопостачання. Представлено результати експериментальних досліджень та оцінки витрат води на пожежогасіння в умовах зміни технологічних пристроїв пожежних установок, арматури, пожежних рукавів. Встановлено фактори, які впливають на витрати води та визначено довірчі інтервали й уточнено витрати води на пожежогасіння. Здійснено моделювання пожеж та прогнозування витрат води на їх гасіння. Запропоновано залежності для визначення відстаней між пожежними гідрантами, а також вільних напорів перед ними. Розроблено схеми для проектування та рекомендації щодо застосування систем водопостачання підвищеного тиску для цілей пожежогасіння в сільських населених пунктах з невеликою чисельністю мешканців.

**УДК 628.17:628.74:628.174**

**ISBN 978-966-327-454-6**

© С. Л. Кусковець, 2020

© Національний університет  
водного господарства та  
природокористування, 2020

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. Сучасний стан пожежної безпеки та протипожежного водопостачання в сільській місцевості.....	11
1.1. Протипожежний захист сільських населених пунктів.....	11
1.1.1. Стан пожежної безпеки в сільській місцевості.....	11
1.1.2. Стан протипожежного захисту сільських населених пунктів .....	14
1.1.3. Закордонний досвід гасіння пожеж у сільській місцевості.	19
1.2. Стан водопостачання для цілей пожежогасіння в сільській місцевості .....	21
1.2.1. Забезпечення сільських населених пунктів системами водопостачання.....	21
1.2.2. Системи та схеми водопостачання .....	25
1.2.2.1 Схеми водопостачання для цілей пожежогасіння .....	26
1.2.2.2 Штучні та природні водойми .....	32
1.2.2.3 Водонапірні башти .....	36
1.3. Техніка, прилади та пристрої для забору води з водопровідної мережі та подачі її на гасіння пожежі .....	40
1.3.1. Пожежні гідранти.....	40
1.3.2. Пожежна колонка .....	42
1.3.3. Ручні пожежні стволи та їх технічна характеристика .....	43
1.3.4. Пожежна техніка та її характеристика .....	45
РОЗДІЛ 2. Аналіз стану нормування протипожежного водопостачання .....	48
2.1. Гасіння пожеж від природних та штучних водо джерел ....	48
2.2. Протипожежні запаси води .....	50
2.3. Організація гасіння пожеж водопроводами високого тиску .....	51
2.4. Гасіння пожеж за допомогою водопроводів низького тиску .....	53
2.5. Витрати води на зовнішнє пожежогасіння у закордонних державах.....	55
2.6. Нормування витрат води на зовнішнє пожежогасіння .....	56
2.7. Нормування довжини пожежних рукавних ліній та відстаней між пожежними гідрантами .....	63
2.8. Особливості використання пожежних гідрантів у сусідніх закордонних державах .....	66
2.9. Вимоги до водопровідних мереж .....	67
2.10. Способи подачі нормативної витрати води на гасіння пожеж в сільських населених пунктах .....	69

2.11.	Завдання щодо удосконалення протипожежного водопостачання та поліпшення протипожежного захисту населених пунктів сільської місцевості .....	72
РОЗДІЛ 3. Дослідження елементів протипожежного водопостачання та оперативного реагування пожежно-рятувальних підрозділів на пожежі .....		
3.1.	Оцінка напорів та коефіцієнтів опору на ручних пожежних стволах і дальності польоту струменю води .....	75
3.2.	Оцінка нормування відстаней між пожежними гідрантами..	82
3.3.	Оцінка втрати напорів у пожежних рукавах .....	85
3.4.	Визначення відстаней між пожежними гідрантами .....	91
3.5.	Оцінка оперативного реагування пожежно-рятувальних підрозділів на виклики .....	93
РОЗДІЛ 4. Моделювання пожеж та прогнозування витрат води на їх гасіння в сільських населених пунктах .....		
4.1.	Оцінка організації гасіння пожеж в сільській місцевості ....	98
4.1.1.	Умови, що сприяють виникненню пожеж .....	98
4.1.2.	Фактори, що впливають на розвиток пожежі .....	100
4.1.3.	Оцінка зміни площі пожежі та визначення необхідних витрат води на її гасіння .....	107
4.1.4.	Шляхи покращання організації гасіння пожеж .....	10
4.2.	Прогнозування витрат води на гасіння пожеж у сільській місцевості .....	111
4.2.1.	Експериментальні визначення витрат води на зовнішнє пожежогасіння .....	111
4.2.2.	Методи прогнозування витрат води на пожежогасіння .....	115
4.2.3.	Визначення математичних сподівань (очікуваних) витрат води на пожежогасіння .....	121
4.2.3.1	За експоненційним законом розподілу .....	121
4.2.3.2	За законом розподілу Ерланга .....	125
4.2.4.	Оцінка збігу емпіричних та теоретичних розподілів витрат води на пожежогасіння на основі критерію згоди Пірсона .	136
РОЗДІЛ 5. Рекомендації щодо гасіння пожеж у сільській місцевості із застосуванням систем протипожежного водопостачання підвищеного тиску .....		
5.1.	Запропоновані системи водопостачання підвищеного тиску для сільських населених пунктів з невеликою чисельністю мешканців .....	142
5.1.1.	Необхідність влаштування водопроводів підвищеного тиску .....	142
5.1.2.	Схема удосконаленого водопроводу підвищеного тиску для невеликих сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 500 осіб .....	144

5.1.3.	Схема удосконаленого водопроводу підвищеного тиску для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб та забудовою до 2-х поверхів включно .....	145
5.1.4.	Схема удосконаленого водопроводу підвищеного тиску для сільських населених пунктів з кількістю мешканців від 1000 до 3000 осіб та забудовою до 2-х поверхів включно .	146
5.1.5.	Схема водопроводу низького тиску для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 3000 осіб та забудовою до 2-х поверхів включно із застосуванням пересувних пожежних насосів для подачі води на гасіння пожеж .....	147
5.2.	Організація пожежогасіння в невеликих сільських населених пунктах із застосуванням водопроводів підвищеного тиску .....	147
	Список використаних джерел .....	154

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АЦ – автоцистерна  
ДПО – добровільна пожежна охорона  
ДПК – добровільна пожежна команда  
ДПРС – державна пожежно-рятувальна служба  
ДСНС – Державна служба з надзвичайних ситуацій  
ДТП – дорожньо-транспортна пригода  
ЄС – Європейський союз  
МП – мотопомпа  
МПО – місцева пожежна охорона  
МПК – місцева пожежна команда  
ПГ – пожежний гідрант  
ПН – пожежний насос  
РС – ручний ствол  
РСП – ручний ствол пожежний  
СРК – ствол ручний краниковий

## ВСТУП

Сучасна політика економічного розвитку нашої держави направлена на створення гідних умов життя та забезпечення рівного доступу до соціально важливих послуг як для міського, так і сільського населення.

Сільськогосподарське водопостачання, як галузь, забезпечує стабільне функціонування промисловості, задовольняє соціальні, гігієнічні, господарські та інші потреби населення. Відсутність в багатьох селах мережі водопостачання є умовою, що ускладнює життя на селі. Поліпшення благоустрою сільських населених пунктів, а також розвиток сільськогосподарського виробництва останніми роками зумовили необхідність розвивати сільські системи водопостачання.

Як показує досвід закордонних держав, а також необхідність, у сільських населених пунктах бажано використовувати дешевші і водночас надійніші схеми та системи водопостачання, яким би були властиві:

- низька вартість будівництва (невеликі капітальні вкладення);
- проста експлуатація та процедура обслуговування;
- низьке, економічне або взагалі нульове споживання електроенергії;
- висока надійність та ефективність незалежно від витрат і якості води.

Незважаючи на достатність питомого водозабезпечення, ситуація в Україні з водопостачанням сільських населених пунктів є однією з найгірших у Європі. Так, станом на січень 2014 року, із 27016 сільських населених пунктів держави де проживає 13,6 млн сільського населення [1] лише 2296 (8,38%), або 1351,4 тис. мешканців користуються послугами централізованих систем водопостачання. Решта населення нашої держави для питних і побутово-технічних потреб використовує місцеві джерела – колодязі та саморобні свердловини, прирулові копанки, а також привозну воду. Місцевими джерелами водопостачання користується 7286,3 тис. осіб із 17518 сільських населених пунктів, а 112,4 тис. жителів з 441 населеного пункту взагалі користуються лише привозною водою [1].

Більше половини існуючих сільських водогонів через недосконалу технологію та будівництво, тривалий термін експлуатації вийшли з ладу або працюють з перебоями і не можуть забезпечити надійне постачання води і у необхідній кількості.

Нецентралізовані об'єкти водопостачання у сільській місцевості, до яких належать шахтні колодязі (понад 2,1 млн одиниць), каптажі (близько 1 тис. одиниць) та глибокі водозабірні (близько 90 тис. одиниць) і мілкотрубчаті свердловини (понад 350 тис. одиниць), у

більшості, перебувають в незадовільному технічному та санітарному стані.

Окрім того, протипожежне водопостачання завжди займало значне місце у вирішенні питань боротьби з вогнем. Одночасно з розвитком водопостачання населених пунктів відбувається покращання їх протипожежного стану. Недостатній ступінь забезпеченості сільського населення України централізованим водопостачанням та незадовільний стан мереж водопроводу, багаточисельні порушення при наданні послуг із водопостачання створюють реальну загрозу збільшення матеріальних збитків від пожеж та забезпечення безпеки населення.

Якщо питання водопостачання промислових підприємств у сільській місцевості вирішується за рахунок будівництва локальних систем, то централізоване забезпечення водою сільських мешканців залишається проблематичним. Це в першу чергу стосується невеликих сільських населених пунктів.

Подача води для потреб населення та забезпечення пожежогасіння в сільській місцевості найчастіше здійснюється за допомогою господарсько-питного водопроводу, об'єднаного з протипожежним. Вартість будівництва та експлуатації об'єднаних водопроводів збільшується за рахунок насосів, витрат на електроенергію, застосування труб підвищеної міцності і великої протяжності тощо, що їх розраховують на великі витрати води та напори на випадок пожежі.

Не володіючи знаннями норм і правил проектування, будівництва та експлуатації систем водопостачання – не можливо приймати ефективні інженерні рішення, раціонально використовувати наявні технічні ресурси.

Сучасні підходи до розв'язання проблем водопостачання сільських населених пунктів полягають не лише у виборі відповідних технічних засобів забору, піднімання і транспортування води, а також і в аналізі соціально-економічних наслідків того чи іншого рішення.

Важливість забезпечення сільського населення централізованим водопостачанням пов'язана також і з виконанням Україною взятих на себе зобов'язань щодо гармонізації діючого законодавства та стандартів якості життя населення з вимогами ЄС, співпраця з яким залишається одним з пріоритетів європейської інтеграції нашої держави. На теперішній час, вирішення цієї проблеми передбачено рядом загальнодержавних цільових програм та концепцій [2-7], однак через обмеженість бюджетного фінансування, відсутність взаємоузгодженості та оцінки впливу між різними галузевими програмами, концентрацію уваги на найбільш проблемних територіях,



такі програми виконуються лише на 20-50%, і ситуацію із водопостачанням в сільській місцевості суттєво не покращують.

Тому, в сучасних умовах децентралізації влади, фінансової й організаційної спроможності місцевих об'єднаних територіальних громад та формування місцевих бюджетів, забезпечити населення доступом до якісного водопостачання можливо тільки спільними зусиллями, об'єднуючи ресурси різних організацій та установ, громад, залучаючи мешканців до активної участі у вирішенні проблем та покращенні всебічної якості життя.

Концепція державного управління боротьби з пожежами в державі знайшла відображення в Кодексі Цивільного захисту України [8]. Кодекс підтверджує положення [9] про те, що людина, її життя, здоров'я та безпека в державі є найвищою соціальною цінністю, і встановлює, що забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього середовища.

З огляду на зміни, що відбуваються в державі, у контексті реформування та децентралізації влади і передачі окремих повноважень щодо забезпечення пожежної безпеки та реагування на надзвичайні ситуації від державних органів до об'єднаних територіальних громад, постає питання організації протипожежного захисту населених пунктів сільської місцевості.

Однозначно встановлено, що недостатня забезпеченість сільських населених пунктів підрозділами пожежної охорони, системами водопостачання, розбіжності в нормативно-технічних документах щодо будівництва систем водопостачання, нормування витрат води на пожежогасіння та відстаней між пожежними гідрантами призводить до того, що незначні пожежі у населених пунктах сільської місцевості, віддалених від районних чи обласних центрів де розміщуються підрозділи державної пожежно-рятувальної служби, можуть прийняти загрозливий характер.

Впровадження запропонованої стратегії щодо розвитку водозабезпечення сільського населення питною водою дасть змогу комплексно підійти до розв'язання не лише цієї проблеми але й вирішити конкретні оптимальні механізми успішного гасіння пожеж та підвищення рівня протипожежного захисту сільських населених пунктів без значних додаткових фінансових вкладень.

При розробці пропозицій щодо удосконалення протипожежного водопостачання в сільській місцевості враховано особливості стратегічних, економічних і соціальних реформ, які проводяться в агропромисловому комплексі, системі ДСНС, а також інфраструктура населених пунктів, особливо з невеликою чисельністю жителів, які є основною складовою частиною України.

Автор вдячний шановним рецензентам д.т.н., професору Ткачуку О. А., д.т.н., професору Болібруху Б. В., д.т.н., професору Ковалишину В. В., а також завідувачу кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності НУВГП, д.т.н., професору Филипчуку В. Л. за слушні пропозиції та змістовні рекомендації щодо змісту монографії.

## **РОЗДІЛ 1**

### **СУЧАСНИЙ СТАН ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ**

#### **1.1. Протипожежний захист сільських населених пунктів**

##### **1.1.1. Стан пожежної безпеки в сільській місцевості**

Кожні 5 секунд у світі трапляється пожежа. Щорічно в світі виникає більше 10 млн пожеж, у яких гине 70-75 тис. людей, а майже 1 млн. осіб отримує травми та опіки. При пожежах на кожні 100 тис. мешканців за рік у середньому гине 1,9 осіб і 5,9 людей отримує травми, а на кожні 100 пожеж в середньому припадає 0,8 загиблих і 2,4 осіб травмованих [10-12].

В Україні у 2017 році щодня виникало 228 пожеж, унаслідок яких гинуло 5 і отримувало травми 4 людини, вогнем знищувалося або пошкоджувалося 68 будівель та споруд, 12 одиниць транспортних засобів, а щоденні матеріальні втрати від пожеж становили 21,5 млн грн. Кожною пожежею державі наносились прямі збитки на суму понад 24,5 тис. грн. [13-16]. В середньому кожна друга пожежа знищувала або пошкоджувала будівлю. При пожежах на кожні 100 тис. мешканців нашої держави за рік у середньому гине 5,2 людей і 3,4 особи отримує травми, а на кожні 100 пожеж припадає в середньому 3,3 загиблих і 2,1 травмованих, що значно перевищує аналогічні показники інших держав світу [11; 12].

Кількість пожеж у житловому секторі (житлові будинки, гуртожитки, дачі, сараї, надвірні споруди тощо) упродовж 2017 року становила 61332, що склало 73,8% від їх загальної кількості, а кількість загиблих при цьому склала 1793 людини (95,8% від загальної кількості загиблих). У житлових будинках виникало 16 949 пожеж, що становить 27,6% від кількості пожеж у житловому секторі. Внаслідок цих пожеж загинуло 1505 людей.

Основними місцями виникнення пожеж у житлових будинках є: кімнати житлових будинків – 5062 (29,9% від пожеж у житлових будинках), горища – 1312 (7,6%), перекриття стелі – 1277 (7,5%), покрівлі, дахи – 1102 (6,5%), кухні – 1008 (5,8%).

Таким чином, питома вага пожеж, а тим паче загиблих, при цьому, у житловому секторі є досить вагомою.

Окрім того, з року в рік особливою проблемою залишається ситуація із забезпеченням пожежної безпеки у сільській місцевості (491 район, понад 27,0 тис. сільських поселень та близько 900 селищ міського типу) де проживає третина загальної кількості населення України. Тут питома вага основних показників статистики пожеж за

2017 рік від загальних показників по Україні становить: пожеж – 43,2%, людей, загиблих унаслідок пожеж – 52,6%, прямих збитків – 44,5%, побічних збитків – 44,3%. Показник загиблих унаслідок пожеж у сільській місцевості на 100 тис. сільського населення по Україні складає 7,3 особи при аналогічному загальнодержавному показнику 4,3 [16].

Щоденно у сільській місцевості виникало: у 2013 р. – 59 пожеж, у 2014 р. – 72 пожежі, в 2015 р. – 98 пожеж, у 2016 р. – 89 пожеж, у 2017 р. – 98 пожеж [13-16].

Для порівняння, статистичні дані стану з пожежами та наслідками від них в Україні за 2009-2017 роки, наведено у таблиці 1.1 [13-20].

Таблиця 1.1

**Статистичні дані стану з пожежами та їх наслідками в Україні за 2009-2017 роки**

Показник	Роки								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кількість пожеж	44015	62207	60290	71442	61114	68879	79581	74221	83116
Кількість пожеж у містах	27712	39886	37810	44963	39701	42863	43980	41904	47171
Кількість пожеж у селах	16303	22321	22980	26479	21413	26016	35601	32317	35945
Загинуло людей унаслідок пожеж	3190	2819	2869	2751	2494	2246	1947	1872	1819
Загинуло людей унаслідок пожеж у містах	1589	1378	1398	1390	1252	1074	851	826	863
Загинуло людей унаслідок пожеж у селах	1601	1441	1471	1361	1242	1172	1096	1046	956

За 12 місяців 2017 року на території Рівненської області виникло 1230 пожеж, у наслідок яких загинуло 30 осіб і 23 особи отримали травми. У містах та селищах міського типу виникало 534 пожежі (43,5%), на яких загинуло 13 осіб (43,3%), а у сільській місцевості – 696 пожеж, внаслідок яких загинуло 17 осіб. Тобто, при майже однаковому співвідношенні чисельності міського і сільського населення області (відповідно – 47,4% та 52,6%), на сільську місцевість області припадає 56,5% від загальної кількості пожеж, при яких гине 56,6% осіб від загальної кількості загиблих унаслідок пожеж.

Моніторинг стану з пожежами та їх наслідками в Україні (табл. 1.1) свідчить, що у містах пожеж стається приблизно у два рази більше, ніж у селах і це пояснюється демографічним фактором – населення міст та селищ міського типу становить 69,1%, а сільського – 30,9%.

При тому, що 96% пожеж на селі трапляється в житловому секторі, кількість загиблих внаслідок пожеж людей міст та селищ міського типу та у сільській місцевості майже однакова. З огляду на це можна зробити висновок, що сільські населені пункти знаходяться у більш пожежонебезпечному стані, а отже сільські мешканці менш захищені.

Однією з вірогідних причин низького рівня пожежної безпеки у сільській місцевості є відсутність або недостатня кількість протипожежних формувань, а підрозділи місцевої чи добровільної пожежної охорони (МПО, ДПО) в даний час перебувають на стадії свого створення [8]. Підрозділи державної пожежно-рятувальної служби ДСНС розташовуються в обласних чи районних центрах на значних відстанях від окремих сільських населених пунктів, що призводить до значних матеріальних, соціальних та економічних втрат.

Відомості про віддаленість сільських населених пунктів від районних центрів нашої держави наведена у таблиці 1.2 [1].

Таблиця 1.2

***Відомості про віддаленість сільських населених пунктів від районних центрів в Україні***

Відстань до районного центру, км	Кількість населених пунктів		Кількість мешканців, тис. осіб	
до 3 км	313	1,1%	272,9	2,1%
3-5 км	622	2,3%	507,2	3,9%
5-10 км	2884	10,7%	1920,5	14,3%
понад 10 км	23197	85,9%	10859,6	79,7%

Як видно з таблиці 1.2, майже 99% всіх сільських населених пунктів з 98% мешканців знаходиться на відстані понад 3км від районних та обласних центрів де базуються підрозділи пожежно-рятувальної служби.

Разом з тим, слід зазначити, що найбільша ефективність гасіння пожежі та рятування людей досягається у початковій стадії виникнення пожежі, тобто до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) або інших існуючих протипожежних формувань.

Таким чином, враховуючи вищезазначене, особливого значення набуває питання оцінки протипожежного стану та забезпечення пожежної безпеки населених пунктів сільської місцевості де проживає третина загальної кількості населення держави. Окрім того, в Україні гостро стоїть питання організації гасіння пожеж в сільській місцевості, де з року в рік виникає майже половина загальної кількості пожеж.

### **1.1.2. Стан протипожежного захисту сільських населених пунктів**

Як свідчать статистичні дані за 2017 рік [16], серед умов та факторів, що сприяли розповсюдженню та ускладненню гасіння пожеж в сільській місцевості можна виділити:

- пізній час виявлення пожежі (більше 10 хвилин) – 16%;
- пізній час повідомлення про пожежу до пожежно-рятувального підрозділу (більше 5 хвилин) – 12,4%;
- незадовільний стан доріг – 9,5%;
- велика відстань до місця пожежі – 19,5%;
- нестача сил та засобів для гасіння пожежі – 2,6%;
- відсутність протипожежних вододжерел – 14,3%;
- віддаленість вододжерел – 17%;
- неможливість використання зовнішніх протипожежних вододжерел – 8,7%.

Вказані умови та фактори підтверджують складну оперативно-тактичну ситуацію в сільських населених пунктах, викладену в документах [1; 21; 22], згідно яких гасіння пожеж ускладнюється недостатньою кількістю пересувної пожежної техніки, відсутністю або незадовільним станом водопостачання, віддаленістю пожежних підрозділів від населених пунктів, низьким рівнем технічної оснащеності протипожежних формувань місцевої пожежної охорони. Шляхи між сільськими населеними пунктами часто не мають твердого покриття, що ускладнює пересування транспорту, особливо у весняно-осінній та зимовий період.

Одним із напрямків реформування ДСНС є вдосконалення системи реагування на пожежі та надзвичайні ситуації і як результат – максимальне скорочення часу прибуття першого пожежно-рятувального підрозділу до місця пожежі або надзвичайної ситуації. Але це стосується в першу чергу надзвичайних подій, які виникають у місцях дислокації підрозділів ДСНС, що призводить до зниження рівня довіри до служби порятунку суб'єктів господарювання та населення сільської місцевості. Першопричиною такого відношення є віддаленість державних пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС від окремих населених пунктів сільської місцевості, що призводить до несвоєчасного надання ними допомоги населенню під час виникнення надзвичайних ситуацій, пожеж [23].

До багатьох сільських населених пунктів прибуття перших пожежно-рятувальних підрозділів набагато перевищує максимально допустиме значення (20 хвилин). Тому оперативність реагування на екстрені виклики є вкрай низькою, оскільки відстань від

місцезнаходження пожежних частин до сільських населених пунктів в середньому становить 30-40 км дорогами загального користування.

Отже, існуюча система ДСНС не дає змоги в повному обсязі виконувати покладені на Службу завдання щодо реалізації державної політики у сфері цивільного захисту, забезпечення належного рівня безпеки життєдіяльності сільського населення, його захисту від надзвичайних ситуацій, пожеж та інших небезпечних подій [23].

Обставини, пов'язані з децентралізацією влади, реформуванням системи безпеки і оборони держави, передачею повноважень щодо організації та забезпечення пожежогасіння і реагування на надзвичайні ситуації від державних органів до органів місцевого самоврядування та об'єднаних територіальних громад, зумовлюють необхідність забезпечення пожежної безпеки населених пунктів і територій новоствореними громадами та стимулювання участі громадян у місцевій і добровільній пожежній охороні, а також формування волонтерського руху у сфері цивільного захисту.

Як свідчить досвід найбільш розвинених країн світу з питань функціонування пожежної охорони, стає очевидним, що для ефективного та своєчасного гасіння пожеж, в першу чергу, необхідно збільшити чисельність вогнеборців та їх фінансування. Адже у розвинутих країнах світу кількість пожежних, в середньому, становить 0,7% від кількості населення, а в Україні такий показник лише близький до 0,1% [11; 12].

Виходячи із таких положень, стає очевидним, що для України оптимальним показником загальної кількості пожежних-рятувальників є 300 тисяч осіб (включаючи всі види пожежної охорони: державну, місцеву, відомчу, добровільну). Досягнути такого рівня показника цілком реально за рахунок створення об'єднаними територіальними громадами місцевих пожежних команд (МПК) та розвитку руху добровільних пожежних формувань, а також волонтерства.

За свідченнями статистичних даних, в Україні щоденно на цілодобове чергування заступає більше 7 тис. осіб особового складу пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України, 1,7 тис. – відомчої, 2 тис. осіб – місцевої та 2,7 тис. осіб – добровільної пожежної охорони. Безпосередньо на ліквідацію пожеж у 2014 році усі підрозділи здійснили 67 тис. 202 виїзди, що в середньому становило 184 виїзди за добу [24]

Через недостатню кількість підрозділів місцевої пожежної охорони (лише близько 10% від потреби), їх незадовільне матеріально-технічне забезпечення кількість пожеж, які ліквідовуються такими підрозділами, залишається достатньо малим. Так, у 2014 році підрозділами МПО у селах ліквідовано лише 3,9% пожеж [24]. Це є підтвердженням

відсутності на селі протипожежних формувань та їх низької готовності й оперативності.

Забезпеченість існуючих підрозділів місцевої пожежної охорони пожежними автомобілями в Україні становить близько 80% від необхідного, які на понад 90 відсотків вичерпали свій моторесурс (експлуатуються більш як 30 років та підлягають заміні) [23-25].

Місцеві пожежні команди, що утримуються за рахунок сільських, селищних рад, територіальних об'єднань громадян [8] недостатньо забезпечені матеріально та фінансово. Крім того, в деяких регіонах України чисельність особового складу державних пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС, а також місцевої, відомчої і добровільної пожежної охорони не відповідає чинним нормативним вимогам [26].

Станом на кінець 2017 року, в Рівненській області створено 65 команд місцевої пожежної охорони (18% від необхідної чисельності) (з них – 13 на території об'єднаних територіальних громад). Чисельність працівників місцевих пожежно-рятувальних підрозділів становить 279 осіб, які знаходяться на цілодобовому чергуванні та у повному обсязі забезпечені телефонним або радіозв'язком. На озброєнні місцевих пожежно-рятувальних підрозділів знаходиться 69 пожежних автомобілів, 12 мотопомп та 3 одиниці, пристосованої для цілей пожежогасіння, техніки.

Найбільша кількість команд МПО створена у Костопільському (13 МПК) та Сарненському (11 МПК) районах, а у Демидівському та Здолбунівському районах не створено жодної команди; у Млинівському районі створено лише 1 МПК, у Дубенському, Березнівському та Рокитнівському районах по 2 таких підрозділи.

Для забезпечення належного функціонування наявних та створення нових підрозділів місцевої пожежної охорони у 2017 році із різних джерел фінансування виділено 8 млн 310 тис. грн, із яких: 78,2% – з бюджету сільських рад; 12,2% – за рахунок внесків громадян; 5,1% – з районних бюджетів; решта – за рахунок підприємств, що розташовані у зоні обслуговування МПО. У 2017 році місцевими пожежними командами Рівненської області здійснено 164 виїзди на ліквідацію пожеж (13,3% від загальної кількості пожеж в області) [27].

Аналізуючи чисельність команд і особового складу МПО Рівненської області, можна зробити висновок, що у деяких командах чергування здійснюється цілодобово однією людиною, що суперечить чинному трудовому законодавству і свідчить про формальний підхід вирішення проблеми забезпечення гасіння пожеж на селі.

Критеріями, за якими утворюються державні пожежно-рятувальні підрозділи (частини) Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту в адміністративно-територіальних одиницях, є:



- кількість мешканців населеного пункту;
- радіус обслуговування одним державним пожежно-рятувальним підрозділом (частиною);
- нормативи прибуття державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин) до місця виклику відповідно до [28].

Середній час прибуття пожежних підрозділів Польщі, Німеччини, Італії, Нідерландів до місця виклику в сільській місцевості складає менше 10 хвилин, в Росії – 20-25 хвилин, у Великобританії – 20 хвилин [11; 12]. Відповідно до [23; 28] нормативний час прибуття державних пожежно-рятувальних підрозділів, місцевої і добровільної пожежної охорони в об'єднаних територіальних громадах до місця виклику у населених пунктах сільської місцевості не повинен перевищувати – 20 хвилин.

З урахуванням метеорологічних умов, сезонних особливостей та стану доріг нормативи прибуття можуть бути перевищені, але не більше, ніж на 5 хвилин, тобто загальний час не повинен перевищувати 25 хвилин [28].

Середній час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця пожежі по Україні складає 11,3 хв [24].

Дані про час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів Рівненської області до місця виклику за період з 2012 по 2016 роки наведено у табл. 1.3 [27; 29].

Таблиця 1.3

**Дані про час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів  
Рівненської області за період з 2012 по 2016 роки**

Час прибуття	Роки									
	2012		2013		2014		2015		2016	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%
до 5 хв	369	30,12	648	26,2	504	49,46	761	50,26	750	52,63
5-10 хв	298	24,33	208	19,9	236	23,15	408	26,94	516	36,21
11-20 хв	250	20,41	70	6,7	126	12,36	249	16,44	103	7,22
21-30 хв	179	14,61	63	6,0	79	7,75	57	3,76	37	2,6
понад 30 хв	129	10,53	52	5,0	74	7,26	39	2,57	19	1,33
середній час, хв	13,6		9,7		11,76		10,39		9,07	

Як видно з табл. 1.3 відмічається де-яка тенденція щодо зменшення часу оперативного прибуття підрозділів пожежно-рятувальної служби ДСНС до місця виклику, але це не впливає на постійно велику кількість пожеж (75,7%) у житловому секторі області.

Разом з тим, слід відмітити, що окремо таких статистичних даних для сільської місцевості України в цілому і по регіонах немає, але очевидним є те, що такий параметр тут є однозначно більшим. Відсутні

також окремо дані про час оперативного реагування підрозділів місцевої та добровільної пожежної охорони.

Аби максимально скоротити час прибуття першого пожежно-рятувального підрозділу до місця події в територіальних громадах має бути створена розвинута мережа місцевої чи добровільної пожежної охорони з фінансово-економічним обґрунтуванням їх створення і утримання [8].

В Україні нормативний радіус обслуговування пожежних депо дорогами загального користування приймається 3 км [28; 30].

У разі забезпечення вимог нормативних документів [28; 30], передбачається будівництво пожежних депо та пожежних постів практично у всіх населених пунктах сільської місцевості, що являється практично неможливим в даний період.

В окремих випадках місцеві пожежні підрозділи можуть створюватися для забезпечення пожежної безпеки декількох населених пунктів, якщо відстань від пожежних депо до найбільш віддаленого населеного пункту не перевищує нормативну (тобто 3 км) або за умови дотримання нормативного часу прибуття до місця виклику – 20 хвилин.

Побудоване (приспосоване) приміщення пожежного депо місцевої чи добровільної пожежної команди має бути забезпечене засобами телефонного і радіозв'язку з використанням відповідного частотного ресурсу, необхідним технічним обладнанням, експлуатаційними матеріалами тощо. Окрім того, воно має бути забезпечене пожежною технікою й обладнанням з розрахунку не менше, ніж на 2 пожежних автомобілі, із яких 1 – основний та 1 – резервний. Допускається замість пожежного автомобіля застосовувати пристосовані для цілей пожежогасіння інші транспортні засоби або мотопомпи, укомплектовані пожежно-технічним обладнанням за встановленими нормами.

Попередні фінансові розрахунки [31] показують, що на капітальний ремонт однієї пристосованої будівлі пожежного депо необхідно понад 1,7 млн грн, а на будівництво нового депо – понад 5,2 млн грн.

Орієнтовна вартість придбання нового пожежного автомобіля першої допомоги типу АППД–2 на базі шасі автомобіля ГАЗ 33110 – 1,9 млн грн, а придбання «бувшого у вжитку» пожежного автомобіля, який пройшов капітальний ремонт і повну технічну реконструкцію на спеціалізованому підприємстві на шасі ЗІЛ-130 або ЗІЛ-131 – близько 600 тис. грн.

Видатки на придбання основних засобів та засобів радіозв'язку становлять 70 тис. грн, оплата комунальних послуг понад 160 тис. грн, а заробітна плата для команди із 14 осіб – майже 1,5 млн грн на рік. Отже, на організацію діяльності підрозділу місцевої пожежної охорони

територіальній громаді необхідно близько 400 тисяч доларів. А чи це під силу новоствореним територіальним громадам?

Вище викладеним підтверджено, що чисельність підрозділів місцевої пожежної охорони становить лише трохи більше 10% від необхідної. Місцеві пожежні команди, що утримуються за рахунок сільських, селищних рад та територіальних громад знаходяться на початку свого становлення, недостатньо забезпечені матеріально та фінансово. Аналогічний стан у всіх сільських регіонах України.

Активних волонтерських організацій та волонтерів у сфері забезпечення пожежної безпеки, які займаються гасінням пожеж та профілактичною роботою серед сільських громадян, на даний момент в державі не існує.

Таким чином, аналіз протипожежного захисту сільської місцевості дозволяє стверджувати, про необхідність реформування системи сил цивільного захисту в цілому, формування волонтерського руху у сфері цивільного захисту, удосконалення підходів до вирішення проблеми протипожежного захисту населених пунктів сільської місцевості.

### **1.1.3. Закордонний досвід гасіння пожеж у сільській місцевості**

В Польщі вогнеборці-добровольці мають сучасні машини за кількাসот тисяч євро, медичне обладнання і здійснюють гасіння пожеж, надають допомогу потерпілим у ДТП, борються з екологічними катастрофами ще до приїзду рятувальників із державної служби.

Таких пожежників у Польщі 400 тисяч – майже удесятеро більше, ніж професійних вогнеборців-рятувальників. Найкращі з добровільних пожежних команд, а це майже 4 тис. частин, включені до Загальнодержавної пожежно-рятувальної системи. Команда, яка включена до такої системи, має бути забезпечена опалюваним гаражем, мінімум двома пожежними автомобілями з рятувальним обладнанням, можливістю дистанційного увімкнення сигналу «Тривога» з державної пожежної команди із повітового центру, куди надходять дзвінки за номером «998», 12 навченими бійцями та 4 водіями. Особовий склад повинен бути забезпечений вогнезахисним одягом і рятувальним спорядженням, застрахований від ризиків та систематично проходити навчання в Державній пожежній охороні повітових центрів або міст, а також перевірку фахових навичок та стану здоров'я.

Щороку на утримання кожної такої команди з центрального бюджету Головного управління пожежної охорони Польщі виділяють додатково 10-15 тис. злотих. У добровольці беруть усіх бажаючих віком від 18 до 60 років, але ентузіаста мають пройти медичне обстеження,

навчання та підтвердження кваліфікації. Як правило, на збір та виїзд команди добровольців витрачається 10-15 хвилин [32].

Основними джерелами фінансування на купівлю техніки та вартісного рятувального обладнання, а також витрат на щорічне утримання Добровільних пожежних команд є: органи місцевої влади – 70-60% коштів; бюджет району – 2% та бюджет області – 1,8%; центральний орган Добровільної пожежної охорони – 6%; Фонд охорони навколишнього природного середовища – близько 4%; Страхові компанії – більше 6% від суми свого доходу; власні кошти команд (внески членів місцевих осередків товариства та кошти благодійної (спонсорської допомоги) – до 10%; 1% від суми щорічного податку кожного громадянина чи юридичної особи на розвиток будь-якої громадської організації) [33].

У Франції з 248300 борців з вогнем, лише 52 700 (21,2%) – професіонали, решта – добровольці.

Пожежна охорона Італії налічує 48 930 пожежних, з яких 20060 (41%) – добровольці. На території Італії функціонують близько 300 загонів добровольців, які є основним резервом Національного корпусу пожежників. Місцева адміністрація надає площі та будівлі для дислокації загонів. Витрати з електропостачання, опалення, водопостачання, на телефонний зв'язок покладені на муніципальні бюджети. Міністерство внутрішніх справ забезпечує: поставку, технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів і обладнання, необхідних для проведення рятувальних операцій; оплату послуг з підготовки кадрів, навчання, страхування і пенсійні відрахування; засоби індивідуального захисту і засоби зв'язку.

Загальна чисельність пожежної служби Фінляндії складає 19895 осіб, в тому числі 9511 – професійних пожежників та 10384 (52%) – добровольців. Загальні витрати на пожежну і рятувальну службу (на федеральному та муніципальному рівні) становлять 332 фінські марки (43,03 долара США) на одного жителя країни за рік.

Кожна країна Європи по-своєму визначає завдання, які повинна вирішувати пожежна служба країни. Наприклад, гасіння пожеж складає лише 9,1% від загальної кількості виїздів пожежників в Австрії і до 36,5% – у Греції [34].

Європейська система функціонування пожежної охорони базується на пожежних підрозділах місцевих органів влади та добровільних протипожежних формуваннях під їх керівництвом. Зарубіжний досвід показує, що найбільш раціональним засобом протипожежного захисту на місцях та у регіонах є організація ДПО. У більшості країн світу ДПО організована на принципах певного стимулювання. В усіх країнах вона створена з метою об'єднання зусиль громадян (непрофесіоналів) для боротьби з пожежами.

Таким чином, кількість підрозділів місцевої пожежної охорони, які несуть цілодобове чергування у сільській місцевості України є недостатньою, а пожежна техніка на 90-100 відсотків вичерпала свій моторесурс. На даний час в населених пунктах держави необхідно додатково створити близько 2700 підрозділів місцевої пожежної охорони. Економічна слабкість та малочисельність професійних пожежних команд у містах, ріст кількості та збитковості пожеж, низька дієздатність команд місцевої пожежної охорони викликають нагальну необхідність допомоги з боку громадськості через волонтерську (добровольчу) діяльність.

Отже, основними шляхами розв'язання проблем з питань пожежної безпеки у сільській місцевості є створення нормативної кількості підрозділів місцевої та добровільної пожежної охорони для забезпечення протипожежного захисту сільських населених пунктів, а також вирішення питань щодо їх функціонування за рахунок коштів місцевих бюджетів та територіальних громад.

Розробкою подібної системи в Україні займається Спілка пожежних добровольців України. За переконанням її представників необхідно створити 2869 дільниць – з розрахунку одна частина з радіусом покриття до 15 км. На створення кожної необхідно близько 400 тисяч доларів [35].

Однак, в Україні, незважаючи на майже схожі принципи створення та функціонування добровільних пожежних підрозділів із закордоном, дана сфера правовідносин нині лише частково врегульована [8], проте варто звернути увагу на те, що їх створення носить рекомендаційний характер, а не вимогу.

Порядок функціонування добровільних пожежних формувань на зразок інших країн повинен містити критерії та вимоги щодо їх створення враховуючи кількість населення, територію, пожежну та техногенну характеристики місцевості або об'єкту, тощо.

Одним із кроків у цьому напрямку є [36], яким схвалено Концепцію реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні, де питання гасіння пожеж передано до повноважень органів місцевого самоврядування.

## **1.2. Стан водопостачання для цілей пожежогасіння в сільській місцевості**

### **1.2.1. Забезпечення сільських населених пунктів системами водопостачання**

Наявність та належний стан водопостачання є одним з основних факторів успішного гасіння пожеж. Від наявності необхідної кількості

джерел протипожежного водопостачання, їх справності, а також нормативного тиску води у водопровідній мережі залежить своєчасне оперативне реагування на пожежі та інші надзвичайні ситуації, що в першу чергу дозволяє уникнути додаткових людських жертв та значних матеріальних збитків.

Однією з основних проблем утримання водопроводів у сільській місцевості є значний термін їх експлуатації, що впливає на їх пропускну спроможність та може призводити до розриву труб при підвищенні тиску у мережі на випадок пожежі.

В Україні нараховується 152 тис. 981 пожежний гідрант (93 тис. 535 вуличних та 59 тис. 446 об'єктових) із яких 9105 (5,95%) – несправні. Загальна кількість облікових пожежних гідрантів у 2016 році у порівнянні з попереднім роком зменшилась на 32 тис. 223 одиниці за рахунок окупованих територій Автономної Республіки Крим, Луганської та Донецької областей.

Загальна кількість пожежних водоймищ в Україні складає 40028 од., з них 3384 од. (7,3%) знаходиться у несправному стані. На природних та штучних водоймищах обладнано 4936 пірсів для забору води [37].

В Україні налічується 27044 водонапірні башти, з яких 2009 од. (7,4%) знаходяться у несправному стані та 3077 од. (11,4%) не обладнані пристроями для забирання води пожежно-рятувальною чи пристосованою технікою [24].

Окремі статистичні дані про чисельність гідрантів, водоймищ, водонапірних башт та пірсів у сільській місцевості відсутні.

Як свідчить статистика оперативного реагування підрозділів пожежно-рятувальної служби на пожежі, у 75% випадках гасіння пожеж здійснювалось без встановлення пожежно-рятувальних автомобілів на вододжерело, що в переважній більшості свідчить про дефіцит водопостачання [24].

Вказані припущення підтверджуються статистичними даними про середню тривалість гасіння пожеж підрозділами державної пожежно-рятувальної служби Рівненської області у 2016 році, яка становила 22,8 хвилин. Гасіння пожеж від однієї пожежної автоцистерни без встановлення на вододжерело здійснювалося у 64,4% випадках [27]. Але слід зауважити, що час роботи пожежного автомобіля, за таких умов, складає від 6 до 12 хвилин залежно від виду та кількості поданих пожежних стволів на гасіння пожежі, а це майже вдвічі менше за середній час ліквідації пожежі.

У підтвердження цьому, про недостатній стан забезпечення населених пунктів сільської місцевості водопостачанням свідчать дані з 36 адміністративних районів Рівненської та Львівської областей, які є характерними сільськогосподарськими областями України. Так, з

2860 сільських населених пунктів вказаних областей тільки 272 (близько 10%) забезпечені централізованим водопостачанням та лише майже 50% – пожежними водоймами (природними або штучними).

Відомості про стан централізованого водопостачання в розрізі адміністративних районів Львівської області зосереджені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

**Відомості про стан централізованого водопостачання у сільських населених пунктах Львівської області**

№ з/п	Район	Кількість сільських населених пунктів/ кількість мешканців тис. осіб	Із них забезпечено централізованим водопостачанням: с.н.п./ тис. осіб	Протяжність водопровідної мережі, км
1	2	3	4	5
1	Бродівський	102/41,8	23/2,5	51,6
2	Буський	80/36,4	5/0,4	31,5
3	Городоцький	77/54,3	3/0,3	23
4	Дрогобицький	74/71,7	6/4,1	46,0
5	Жидачівський	113/53,7	4/1,8	19,0
6	Жовківський	160/75,2	38/13,8	140,8
7	Золочівський	107/50,7	30/10,8	101,7
8	К. Буський	74/39,6	9/0,8	4,0
9	Миколаївський	57/47,6	7/1,8	16,0
10	Перемишлянський	87/43,0	4/0,4	10,5
11	Мостиський	110/49,6	-	-
12	Пустомитівський	105/96,8	21/9,6	77,0
13	Радехівський	69/42,0	1/2,3	17,0
14	Самбірський	107/66,4	5/0,2	2,0
15	Сокальський	103/64,6	15/3,9	46,2
16	Сколівський	53/37,4	-	-
17	Стрийський	71/61,9	5/6,0	52,7
18	Ст. Самбірський	110/67,2	-	-
19	Турківський	65/47,6	-	-
20	Яворівський	132/70,7	13/5,8	79,5
Всього		1856/118,2	182/67,2	719,5

Як бачимо з табл. 1.4, лише населені пункти 3-4-х районів Львівської області забезпечені централізованим водопостачанням на 20-30%, в решті цей показник значно менший, а в деяких – взагалі дорівнює нулю.

Подібна ситуація із забезпеченням системами централізованого водопостачання сільської місцевості має місце і в інших областях нашої держави.

Відомості про стан забезпечення сільських населених пунктів водопостачанням за регіонами України наведено у табл. 1.5 [1]. Пояснити розбіжності даних таблиць 1.5 та 1.4 для Львівської області можна тим, що у таблиці 1.5 акцентується увага лише на одному виді водопостачання сільського населеного пункту.

Як показує практика, реально у багатьох випадках забезпечення населення водою в одному і тому ж населеному пункті може здійснюватися з різних джерел водопостачання.

Таблиця 1.5

**Дані про стан водопостачання сільських населених пунктів водопостачанням за регіонами України**

Регіон	Кількість населених пунктів, жителі яких користуються водою лише					
	з місцевих джерел	у них населення, у % до загальної чисельності	привозною	у них населення, у % до загальної чисельності	з водопровідної мережі	у них населення, у % до загальної чисельності
Україна	17518	53,7	441	0,8	2296	10,0
Вінницька	1138	64,6	-	-	-	-
Волинська	728	565,7	-	-	-	-
Дніпропетровська	542	27,1	154	5,5	206	22,6
Донецька	572	34,4	35	1,7	221	28,8
Житомирська	1421	74,2	1	0,0	1	0,4
Закарпатська	543	93,0	4	0,4	7	1,4
Запорізька	86	7,1	80	5,4	358	40,5
Івано-Франківська	694	87,7	-	-	-	-
Київська	740	43,4	-	-	18	1,9
Кіровоградська	675	48,7	5	0,1	30	4,8
Луганська	465	50,2	5	0,0	86	11,6
Львівська	1626	78,1	2	0,1	2	0,1
Миколаївська	220	15,2	114	5,0	296	39,2
Одеська	390	14,2	30	3,4	286	32,1
Полтавська	1054	30,3	4	0,1	61	4,3
Рівненська	765	67,4	-	-	9	1,7
Сумська	928	36,7	-	-	85	5,3
Тернопільська	564	47,7	-	-	1	0,0
Харківська	1136	43,6	3	0,2	101	8,8
Херсонська	128	15,2	3	0,0	410	66,1
Хмельницька	1003	55,9	-	-	40	3,0
Черкаська	548	53,5	-	-	31	7,4
Чернівецька	378	95,5	1	0,0	2	0,3
Чернігівська	1174	69,8	-	-	45	5,1



Відомості таблиці 1.5 підтверджують низький рівень (10%) забезпечення населення централізованим водопостачанням, а його більшість (53,7%) користується лише місцевими джерелами водопостачання.

Таким чином, гасіння пожеж у більшості сільських населених пунктах буде утруднене через відсутність централізованого водопостачання або пожежних водойм.

### **1.2.2. Системи та схеми водопостачання**

Система водопостачання включає в себе водозабірні та очисні споруди, насосні станції, водонапірні та регулюючі споруди, водоводи, магістральні та розподільчі трубопроводи з необхідною арматурою і призначена для забору та транспортування води від джерела водопостачання до споживачів.

У кожному конкретному випадку наявність тих чи інших споруд залежить від багатьох факторів, головними з яких є: вид джерела водопостачання та його віддаленість від споживача, продуктивність комплексу, призначення водопроводу, вимог до якості води, місцевих умов.

Для визначення розмірів, кількості, потужності елементів системи водопостачання необхідно знати, яку кількість води повинна подавати система водопостачання в кожний момент часу, в тому числі під час пожежогасіння.

Склад споруд у системі водопостачання залежить від багатьох факторів. Наявність чи відсутність очисних споруд у системі водопостачання залежить від якості води, що забирається з джерела. Якщо якість води в джерелі відповідає вимогам стандарту, то вона подається у резервуари чистої води без очищення. Така схема є властивою для сільських населених пунктів при заборі води з артезіанських свердловин.

Системи та схеми подачі води і технології її очищення у сільських населених пунктах подібні до тих, що їх використовують у великих містах і зазвичай потребують чималих інвестицій чого не завжди можуть собі дозволити невеликі населені пункти. Окрім того, у сільській місцевості у складі територіальних громад не завжди можуть бути необхідні фахівці з обслуговування складних систем водопостачання.

Розповсюдженою для сільських населених пунктів є схема водопостачання з забором води з місцевих джерел із застосуванням шахтних колодязів або артезіанських свердловин з прямою подачею води у водопровідну мережу та одночасному водопостачанні водонапірної башти. Розподільчу водопровідну мережу виконують переважно із пластикових труб з розрахунку максимального

водоспоживання, а у якості регулюючих резервуарів, як правило, застосовують водонапірні башти Рожновського. Автоматика вмикання та вимикання глибинних насосів виконується спрощеною і залежить лише від рівня води у башті.

Відносно незначна величина господарсько-питних витрат у порівнянні з витратами на пожежогасіння призводить до удорожчання водопроводів через створення значних об'ємів та резервів води (збільшення потужності насосних станцій, ємності запасних резервуарів, збільшення діаметрів та міцності труб тощо).

У сільських населених пунктах, з порівняно невеликим водоспоживанням, з метою зменшення економічних витрат, влаштовують більш прості і в той же час досить ефективні та надійні схеми водопостачання.

Системи водопостачання класифікують за наступними основними ознаками: за природними джерелами (поверхневі, підземні, змішані); за споживачами (міські, сільськогосподарські, промислові, транспортні); за територіальною ознакою (групові, районні, місцеві або локальні); за способом подачі води (напірні, самотливні, зоновані); за призначенням (господарсько-питні, виробничі, протипожежні, об'єднані) тощо.

#### **1.2.2.1. Схеми водопостачання для цілей пожежогасіння**

Призначення протипожежного водопостачання полягає у забезпеченні сільських населених пунктів або об'єктів необхідними витратами води з необхідним тиском упродовж нормативного часу гасіння пожежі, при забезпеченні достатньої надійності роботи всього комплексу водопровідних споруджень.

Джерелами водопостачання вважають водотоки (ріки, канали), водойми (озера, водосховища, ставки), моря, підземні води [38].

Влаштування систем водопостачання, в тому числі, в сільській місцевості здійснюється відповідно до [38].

Як показує практика, зазвичай для сільських населених пунктів передбачають централізовані системи водопостачання (комплекс об'єктів, споруд, розподільних водопровідних мереж, пов'язаних єдиним технологічним процесом виробництва та транспортування води) та нецентралізовані (індивідуальні, локальні) системи водопостачання (для відокремлених (віддалених) індивідуальних споживачів або невеликої групи будівель).

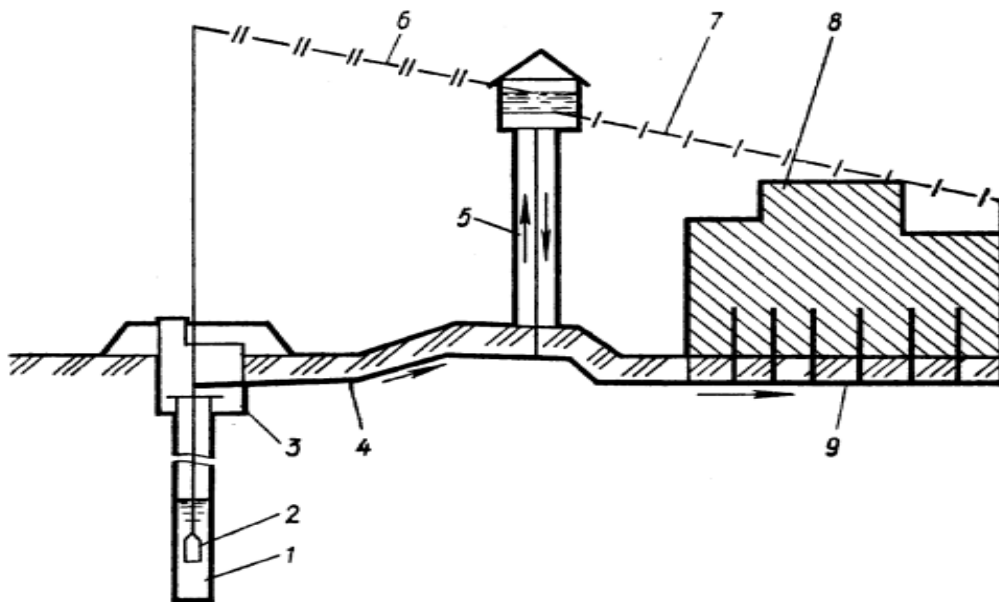


Рис. 1.1. Схема водопостачання від водонапірної башти зі свердловиною: 1 – водозабірний свердловинний насос; 2 – оголовок насоса; 3 – оголовок над свердловиною; 4 – водопровід; 5 – водонапірна башта; 6 – п'єзометрична лінія у водоводі в годину максимального водоспоживання; 7 – те саме в мережі; 8 – об'єкт водопостачання; 9 – водопровідна мережа

Централізоване водопостачання у сільській місцевості, як правило, здійснюється за однією з трьох найпоширеніших схем:

1. Схема з одним підйомом води з підземних джерел та гасінням пожежі безпосередньо з природних чи штучних водойм.

2. Схема з одним підйомом води, зберіганням пожежного запасу в напірному резервуарі та гасінням пожежі через пожежні гідранти.

3. Схема з двома підйомами води з резервуарами при насосній станції другого підйому, водонапірною баштою та гасінням пожежі через пожежні гідранти з можливим частковим використанням пожежних водойм.

Зважаючи на порівняно невелику кількість населення в селах (до 5 тис. мешканців), а також з огляду на те, що магістральні трубопроводи об'єднаних сільських водопроводів укладаються в одну нитку, за надійністю або ступенем забезпеченості подачі води їх зараховують до III категорії, що дає можливість знизити подачу води до 30% на термін до 15 діб та дозволити перерву її подачі на строк до 24 годин [38].

При проектуванні водопровідної мережі, до уваги береться рельєф місцевості, характер житлової забудови, розміщення джерел водопостачання та споживачів, промислових комплексів, ферм,

проїздів, наявність штучних та природних перешкод для прокладання трубопроводів (річки, канали, залізничні колії) та ін.

Заглиблення водопровідних труб залежить від глибини промерзання ґрунту, температури води в трубах і режиму її подачі. Трубопровід повинен бути на 0,5 м нижче розрахункової глибини промерзання, але не вище, ніж 0,7 м до верху труби. У випадку високого рівня ґрунтових вод та неможливості дотримання вказаних вимог, водопровідні труби прокладають поверхнею землі та теплоізольють.

Водопровідні мережі тісно пов'язані з плануванням населеного пункту і, як правило, прокладаються вздовж вулиць та проїздів. Вони складаються з водоводів, магістральних мереж і розподільних трубопроводів.

Магістральні трубопроводи призначені для транспортування основних об'ємів води, а розподільні – для подачі води від магістралей до місць споживання.

За характером взаємного розташування насосних станцій, водопровідних мереж і напірно-регулюючих споруд розрізняють наступні схеми живлення водопровідної мережі: з одностороннім живленням або з прохідною баштою; з двостороннім живленням або з контррезервуаром; комбіновані (рис. 1.2).

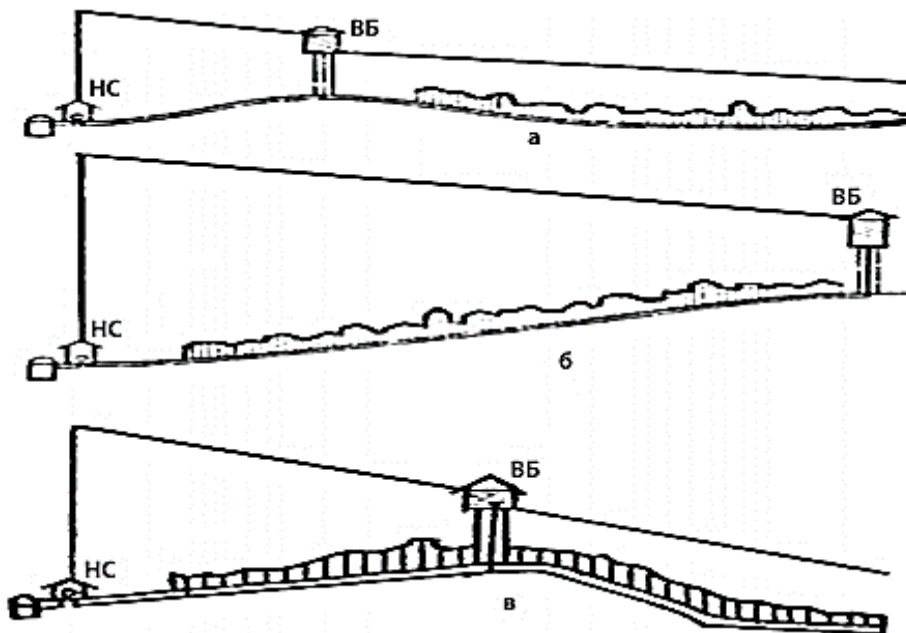


Рис. 1.2. Схеми живлення водопровідних мереж: а – з прохідним резервуаром; б – з контррезервуаром; в – комбінована  
Н.С. – насосна станція; В.Б. – водонапірна башта

За розташуванням у плані магістральних водопровідних ліній розрізняють: тупикові (розгалужені), кільцеві й комбіновані мережі.

Вибираючи схему водопостачання, спираються на техніко-економічні розрахунки та раціональність застосування певної схеми.

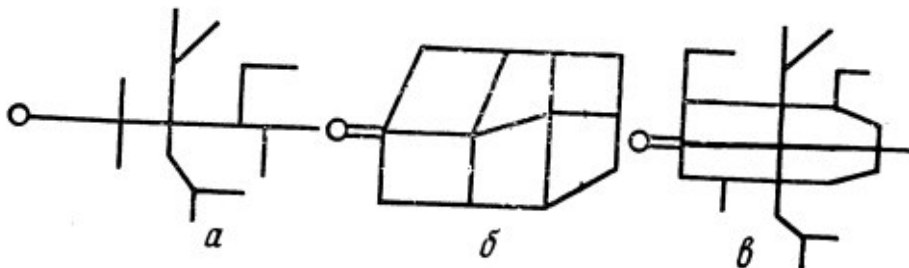


Рис. 1.3. Схеми водопровідних мереж: а – тупикова; б – кільцева; в – комбінована

Кільцева мережа забезпечує безперебійну подачу води споживачам на господарсько-питні та протипожежні потреби, а також значно пом'якшує гідравлічні удари. Разом з тим, кільцева мережа значно дорожча за тупикову оскільки вона довша. Тому тупикові мережі передбачають коли безперебійність водопостачання не є визначальною (мережі невеликих селищ, виробничі водопроводи, які допускають перебої в водопостачанні). Комбіновані мережі займають проміжне місце між тупиковими і кільцевими.

Водопровідні мережі великих населених пунктів проектують кільцевими [38], а для сільських населених пунктів найчастіше використовують комбіновані схеми. Кільце охоплює райони найбільшого водоспоживання, а до окремих водоспоживачів від кільця прокладають тупики довжиною до 200 м. При довжині тупиків 200 м і більше в кінці водопровідних ліній споруджують протипожежні водойми. Тупикові лінії водопроводів допускається застосовувати при подачі води на протипожежні потреби незалежно від витрат на пожежогасіння – при довжині ліній не більшій, ніж 200м. У подальшому ці тупики при розширенні населеного пункту за кільцьовують споживачем з постійним відбором води.

В населених пунктах з числом жителів до 5 тис. осіб і нормативній витраті води на пожежогасіння до 10 л/с допускаються тупикові лінії довжиною більшою, ніж 200 м, при умові улаштування протипожежних резервуарів або водойм чи водонапірної башти або контр-резервуара в кінці тупика [38].

Діаметр труб водопроводу, об'єднаного із протипожежним у сільських населених пунктах з кількістю жителів до 500 осіб має бути не менше 80 мм, у решті випадків – 100 мм [38].

Подача води для потреб пожежогасіння в сільській місцевості забезпечується системами водопостачання, які здійснюють подачу води для звичайних господарсько-питних потреб [38]. В цьому випадку воду для гасіння пожеж забирають з пожежних резервуарів або водойм, які розташовують паралельно до водопроводу, що забезпечує поповнення запасів води в них.

Гасіння пожежі з використанням водопровідних мереж може здійснюватися:

- з подачею води із водопровідної мережі високого тиску (рис. 1.4, а) через пожежні гідранти (належний тиск для пожежогасіння підтримують стаціонарні пожежні насоси, встановлені в насосних станціях) або низького тиску (рис. 1.4, б) через пожежні гідранти (належний тиск для пожежогасіння підтримують за допомогою лише пожежних автомобілів або мотопомп);

- з подачею води безпосередньо з пожежних резервуарів або відкритих природних водойм (річок, озер, ставків тощо); у такому разі належний тиск для пожежогасіння також підтримують за допомогою лише пожежних автомобілів чи мотопомп.

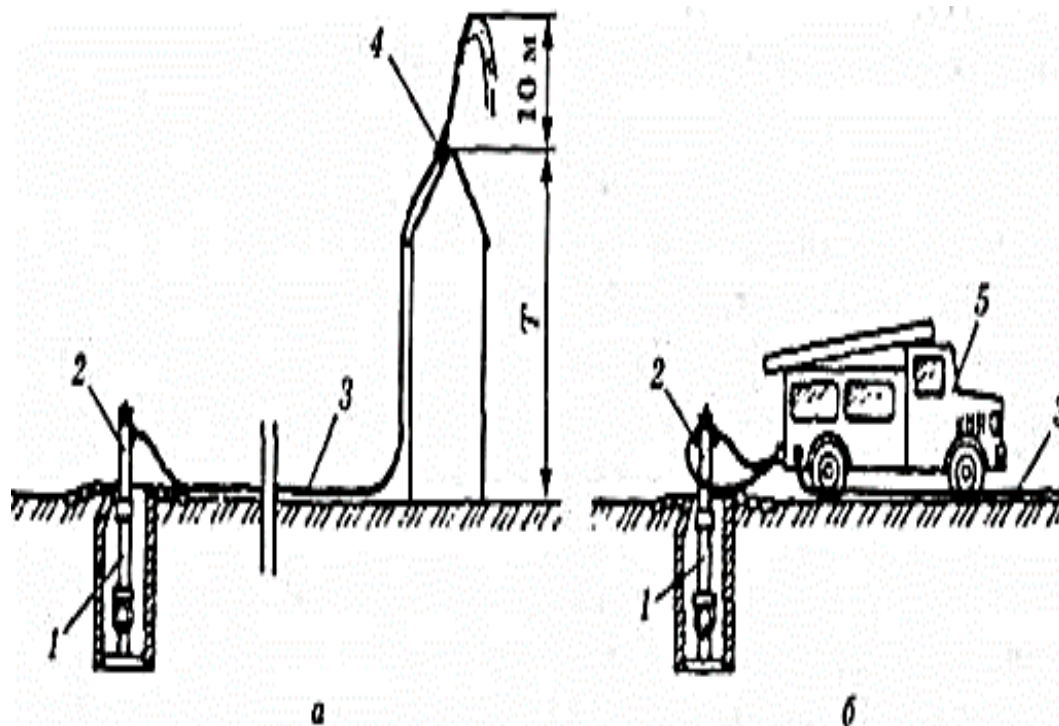


Рис. 1.4. Загальні схеми подачі води від зовнішнього протипожежного водопроводу високого (а) та низького (б) тиску: 1 – пожежний гідрант; 2 – пожежна колонка; 3 – рукавна лінія; 4 – пожежний ствол; 5 – пожежний автомобіль

### *Протипожежні водопроводи високого тиску*

Протипожежний водопровід високого тиску допускається приймати для населених пунктів тільки при відповідному обґрунтуванні або, у яких відсутня професійна служба пожежної охорони за умови влаштування на території об'єктів виробничого або громадського призначення сільських населених пунктів пожежних постів з відповідною пожежною технікою [38; 39].

Водопроводи високого тиску поділяються на водопроводи постійного високого тиску і водопроводи високого тиску, в яких тиск створюється під час пожежі за рахунок ввімкнення насосів-підвищувачів, переключенням засувок, відключенням частини споживачів тощо.

Протипожежні водопроводи постійного високого тиску влаштовують таким чином, щоб тиск у водопроводі постійно був достатнім для безпосереднього пожежогасіння від пожежних гідрантів без залучення до цього пересувних пожежних насосів і мотопомп. Такий тиск має забезпечити висоту компактного струменю не менше, ніж 10 м при максимально необхідній витраті води на пожежогасіння, за умови розташування пожежного ствола на рівні найвищої точки самої високої будівлі населеного пункту (рис. 1.4, а) [38].

### *Протипожежні водопроводи низького тиску*

Найбільше розповсюдження в сільській місцевості знайшли водопроводи низького тиску, проектування яких передбачено [38].

Водопроводи, що передбачаються в сільських населених пунктах, як правило, об'єднуються з господарсько-питним або виробничим водопроводом [38], який забезпечує господарські, питні, виробничі та протипожежні потреби з подачею нормативної витрати води для гасіння зовнішньої пожежі з пожежних гідрантів (рис. 1.4, б).

Мінімальний вільний напір в мережі водопроводу низького тиску (на рівні поверхні землі) при пожежогасінні повинен бути не меншим, ніж 10 м і не більше ніж 45 м [38].

### *Нормативні витрати води на гасіння пожеж*

Витрати води з водопровідної мережі на гасіння пожеж (у розрахунку на одну пожежу) і кількість одночасних пожеж у населеному пункті визначають за нормами [38], зведеними у таблицю 1.6.

Таким чином, для невеликих сільських населених пунктів з чисельністю мешканців до 1 тис. та забудові до 2-х поверхів включно слід приймати одну розрахункову пожежу і витрату води на її гасіння – 5 л/с, а понад 1 тис. – 10 л/с.

Таблиця 1.6

**Витрата води на зовнішнє пожежогасіння (на одну пожежу) і  
кількість одночасних пожеж у населеному пункті  
(витяг з табл. 3 [38])**

Кількість населення в населеному пункті, тис. жителів	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрата води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу, л/с	
		забудова будівлями висотою до 2-х поверхів включно, незалежно від ступеню їх вогнестійкості	забудова будівлями висотою три поверхи і вище, незалежно від ступеню їх вогнестійкості
До 1 включно	1	5	10
Від 1 до 5	1	10	10
Від 5 до 10	1	10	15

Водопроводи високого тиску влаштовують рідко, за умови певного обґрунтування і обов'язково за наявності насосів-підвищувачів. Застосування високого тиску для цілей пожежогасіння передбачається за допомогою пожежних постів але порядок організації гасіння пожеж у цьому випадку нормативними джерелами не оговорено.

У сільських населених пунктах переважно влаштовують водопроводи низького тиску, але їх застосування для цілей пожежогасіння (створення необхідного тиску та належної витрати) можливе лише за наявності пожежної техніки, а отже і підрозділу протипожежного формування з нормативним радіусом виїзду 3 км.

#### **1.2.2.2. Штучні та природні водойми**

Окрім водопроводів, використовується безводопровідне протипожежне водопостачання, до якого прийнято відносити природні (ріки, озера, струмки тощо) й штучні вододжерела (ставки, копанки, басейни, котловани, кар'єри тощо), а також пожежні водойми та резервуари.

Ємності у системах водопостачання, залежно від призначення включають пожежний, аварійний та контактний регулюючий об'єми води.

Регулюючі резервуари (водонапірні башти, інші резервуари) у системах водопостачання встановлюють для того, щоб компенсувати нерівномірність подачі та споживання води і водночас збільшити надійність системи водопостачання. Вони також дозволяють забезпечити рівномірну роботу насосних станцій, оскільки відповідає необхідність у подачі максимальних витрат води в часи найбільшого водоспоживання, а також зменшити діаметри труб, що у свою чергу знижує вартість водопроводу.



Резервуари та водонапірні башти, що входять до складу системи водопостачання сільських населених пунктів, здебільшого виконують функції запасно-регулюючих резервуарів, а пожежні водойми – запасних резервуарів для зберігання запасу води для гасіння пожежі. У запасних ємкостях зберігається запас води на пожежні, виробничі і господарсько-питні потреби.

Пожежний об'єм води в резервуарах передбачають у випадках, коли отримання необхідної кількості води для гасіння пожежі безпосередньо з джерела водопостачання технічно неможливе або економічно недоцільне [38]. Вказаний об'єм визначається з розрахунку забезпечення зовнішнього пожежогасіння від пожежних гідрантів упродовж нормативного часу, а також господарсько-питних потреб на період гасіння пожежі.

Об'єм пожежних резервуарів та штучних водойм визначають виходячи з нормативних витрат води та нормативного часу на пожежогасіння. При визначенні об'ємів штучних водойм враховують можливість випаровування води та утворення льоду на поверхні дзеркала водойми.

Резервуари для води можуть мати різну конструкцію. У давніших системах водопостачання встановлено цегляні резервуари (вони працюють і донині), а також резервуари з бутового каменю. Натомість у сучасних системах водопостачання частіше можна побачити залізобетонні резервуари, які мають різну форму і конструкцію (рис. 1.5).

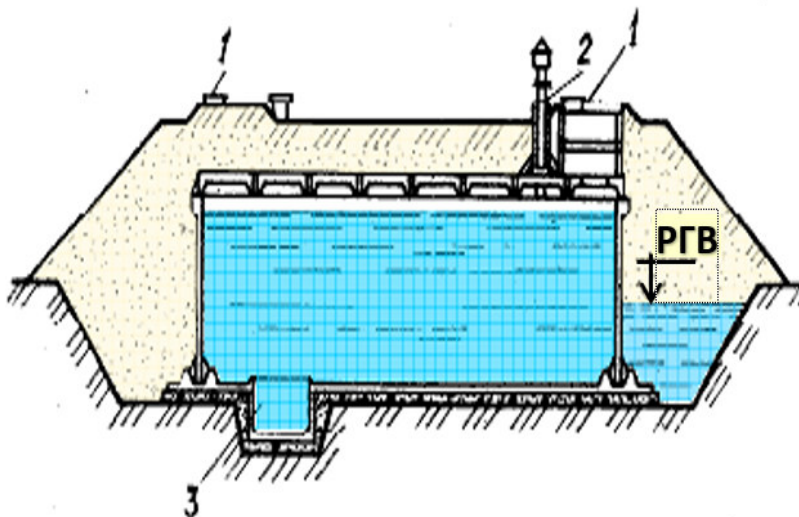


Рис. 1.5. Заглиблений залізобетонний резервуар: 1 – люк-лаз; 2 – вентиляційна труба; 3 – приєднок РГВ – рівень ґрунтових вод

Останнім часом широко застосовують сталеві резервуари або резервуари з пластмаси. Але, як свідчить практика, сільські населені пункти, особливо з невеликою чисельністю мешканців, не обладнуються подібними резервуарами через великі капітальні та фінансові вкладення, а іноді й через високий рівень ґрунтових вод.

Роль запасних (пожежних) резервуарів виконують резервуари, що мають вигляд викопаних у землі водойм (з різним облицюванням). Такі водойми здебільшого є відкритими. У сільській місцевості велике поширення одержали водойми-копанки, спорудження яких є доцільним в місцях з високим рівнем ґрунтових вод. Мінімальною глибиною водойми прийнято вважати 2,5 м.

Для зручності й необмеженої можливості забору води пожежними автомобілями резервуари обладнують приймальними колодязями, майданчиками, під'їздами з твердим покриттям й пристосуваннями для забору води (рис. 1.6; 1.7), а природні водойми – під'їздами з твердим покриттям та пірсами (рис.1.8; 1.9).

Місця забору води пожежними автомобілями з резервуарів, природніх та штучних водойм обладнують показчиками.

Об'єм приймального колодязя пожежного резервуара має бути не менше 3-5 м куб., а на з'єднувальному трубопроводі діаметром не менше 200 мм, перед приймальним колодязем під кришкою встановлюють штурвал для відкривання засувки (рис. 1.6).

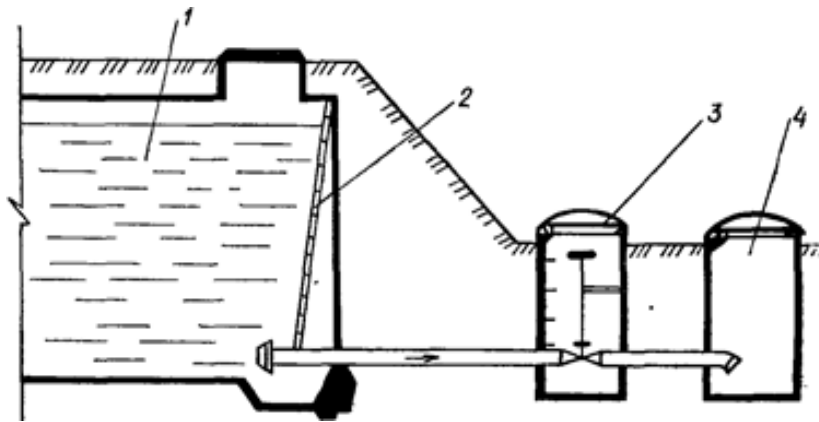


Рис. 1.6. Влаштування приймального колодязя пожежного резервуара: 1 – пожежний резервуар; 2 – драбина; 3 – колодязь (сухий) із засувкою та штурвалом для її відкривання; 4 – приймальний (мокрый) колодязь місткістю 3-5 м<sup>3</sup>

У тих випадках, коли влаштувати пірс неможливо, будують берегові колодязі об'ємом не менше 3 м куб. (рис. 1.7).

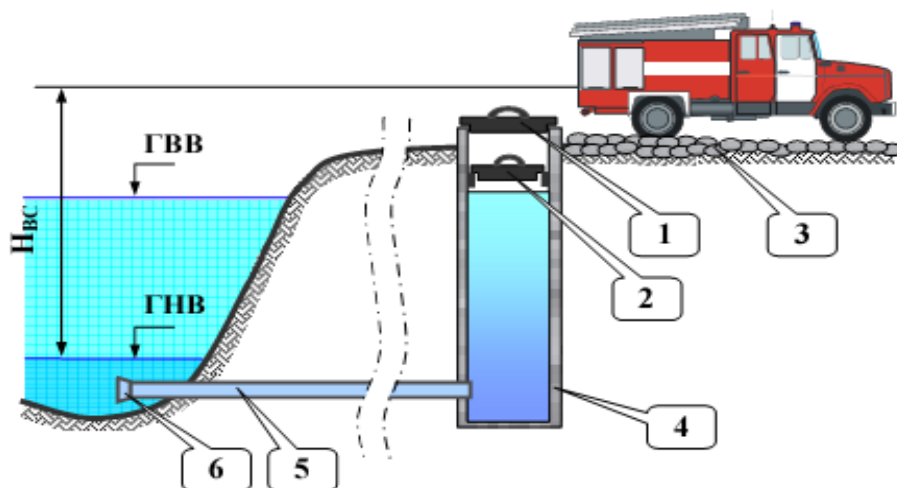


Рис. 1.7. Береговий колодязь для забору води: 1 – кришка колодязя; 2 – кришка утеплення; 3 – кам'яне вимощення; 4 – колодязь; 5 – приймальна труба; 6 – сітка; ГВВ, ГНВ – відповідно горизонт верхнього й нижнього рівнів води;  $H_{вс}$  – висота всмоктування пожежного насоса

Глибина закладання труби, що підводить воду до колодязя, повинна бути нижче рівня промерзання ґрунту не менше, ніж на 0,2 м, і нижньої поверхні льоду у водоймі – не менше, ніж на 0,5 м. Діаметр приймальної труби повинен бути не менше 200 мм, а її кінець розташовують вище дна водойми не менше, ніж на 0,5 м і з боку водойми закривають металевою сіткою.

Біля місць можливого забору води з відкритих природних водойм, у будь-яку пору року, влаштовують під'їзди та майданчики з твердим покриттям для пожежних автомобілів розмірами не меншими, ніж 12x12 м [30] (рис. 1.8).

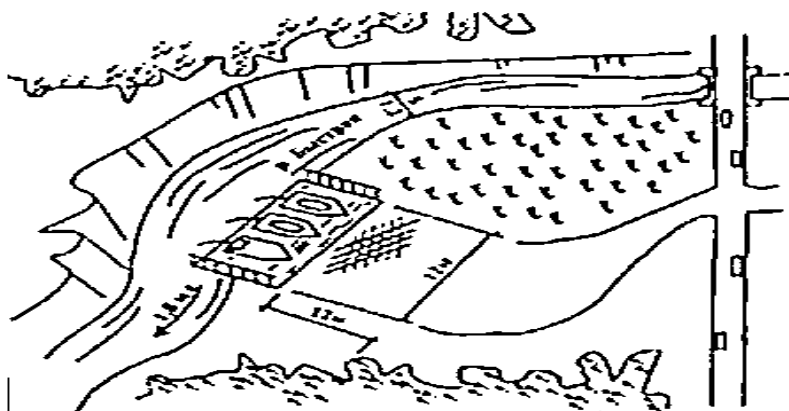


Рис. 1.8. Схема обладнання майданчиків біля природних вододжерел

Схему обладнання пірсів для забору води пожежними автомобілями з відкритих вододжерел зображено на рис. 1.9.

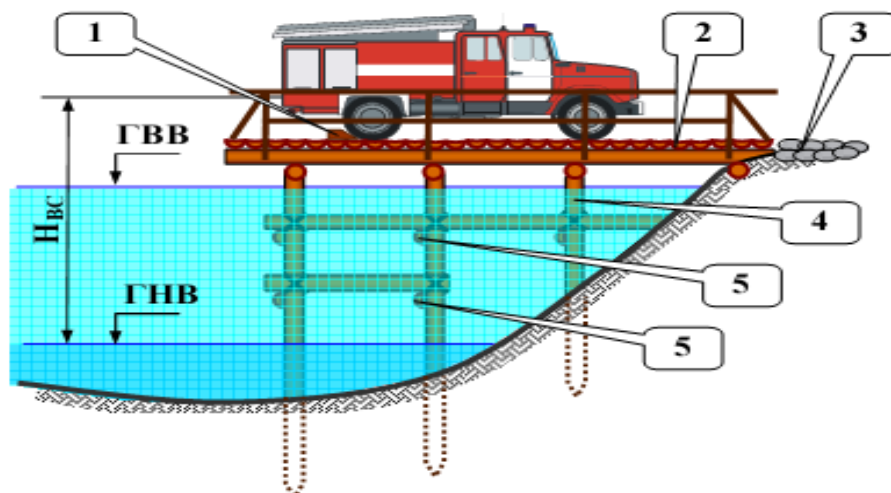


Рис. 1.9. Обладнання пірсів: 1 – опорний брус; 2 – настил; 3 – кам'яне вимощення; 4 – палі; 5 – бруси зміцнення

Пожежогасіння з ємкостей (резервуари, природні та штучні водойми) допускається приймати для населених пунктів з кількістю жителів до 5 тис. осіб [38].

Кількість пожежних резервуарів або водойм повинна бути не менше двох, при цьому в кожному з них слід зберігати не менше 50% об'єму води, необхідного на гасіння пожежі упродовж нормативного часу. Обладнання резервуарів має забезпечити збереження пожежного об'єму води, а також можливість незалежного ввімкнення та спорожнення кожного резервуару.

Подачу води в будь-яку точку пожежі одночасно потрібно забезпечувати від двох сусідніх резервуарів або водойм [38] незалежно від пори року. Ємність резервуарів має забезпечувати нормативну витрату води на зовнішнє пожежогасіння упродовж не менше нормованого часу гасіння – 3 години [38].

Таким чином, застосування для цілей пожежогасіння штучних та природних водойм і резервуарів можливе лише за наявності пожежної техніки, а відповідно і підрозділу протипожежного формування, розташованого у радіусі 3 км від населеного пункту.

### 1.2.2.3. Водонапірні башти

Для забезпечення водопостачання селищ і підприємств, в тому числі і для пожежогасіння (резервуар з водою, недоторканий 10-ти хвилинний пожежний об'єм води на гасіння однієї зовнішньої і однієї

внутрішньої пожежі при одночасній найбільшій витраті води на інші потреби, забезпечення необхідних напорів та витрат, заповнення водою пожежних та пристосованих автомобілів тощо) застосовують водонапірні башти (рис. 1.10) [38].

За своєю конструкцією водонапірні башти являють собою водонапірний бак, встановлений на опорі розрахункової висоти. Для відбору води пожежними автомобілями та заповнення цистерни пожежного чи пристосованого для цілей пожежогасіння автомобіля, ззовні конструкції башти на відвідній (підвідно-відвідній) трубі передбачають пристрій із запірним вентилям і з'єднувальною головкою діаметром 80 мм, до якої, у разі потреби, приєднується пожежний рукав.

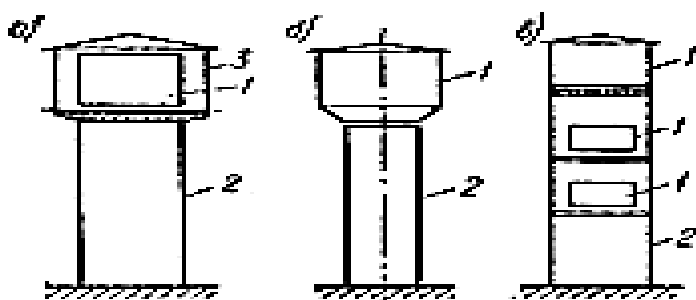


Рис. 1.10. Типи водонапірних башт: а – шатрові; б – безшатрові; в – з декількома резервуарами: 1 – резервуар; 2 – ствол або опорні конструкції; 3 – шатро

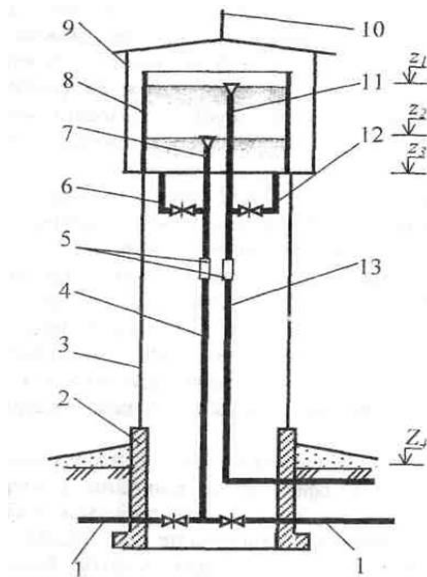
Для збереження води від замерзання і засмічення навколо баку робиться шатро. Шатро виконують полегшеної конструкції із залізобетону або дерева. Відстань між стінками баку і шатра повинна бути не менше, ніж 0,7-0,8 м. При достатній циркуляції води в баку шатро може не влаштовуватися.

Підтримуюча конструкція або стовбур виконується у вигляді суцільного циліндра з цегли, бетону або залізобетону; системи колон з металу, залізобетону чи решітчастої конструкції у формі башти Шухова. Під стовбуром башти влаштовується підвальне приміщення, в якому розміщується запірно-регулююча арматура.

Як правило водонапірні башти розміщують в найвищих точках місцевості біля або безпосередньо на водопровідній мережі населеного пункту. Розташування водонапірних башт у найвищих місцях зменшує їх висоту. Залежно від рельєфу місцевості та конфігурації мережі башти можуть бути розташовані на початку мережі

(прохідна башта), в кінці мережі (контр-резервуар) або в її проміжних точках (див. рис. 1.2).

Матеріалом ствола башти може бути цегла, залізобетон, сталь тощо. В Україні споруджено чимало башт з кам'яною підтримувальною конструкцією (здебільшого цегляною) та зі сталевим (іноді залізобетонним) баком.



**Технічна характеристика водонапірних башт**

Марка	Об'єм бака, м <sup>3</sup>	Висота опори бака, м
ВБР-15У-10	15	10
ВБР-15У-12	15	12
ВБР-25У-12	25	12
ВБР-25У-15	25	15
ВБР-50У-15	50	15
ВБР-50У-18	50	1
ВБР-50У-18 башта-колона	50	25
ВБР-160-25 башта-колона	160	25

Рис. 1.11. Схема водонапірної башти: 1 – трубопроводи підключення башти до мережі; 2 – фундамент і підвальне приміщення; 3 – ствол; 4 – подавально-відвідний стояк; 5 – сальникові компенсатори; 6 – трубопровід для відбирання води на пожежні потреби; 7 – трубопровід для відбирання води на господарсько-питні потреби; 8 – бак; 9 – шатро; 10 – блискавковідвід; 11 – переливна труба; 12 – грязевідвідний трубопровід; 13 – скидний стояк

У невеликих системах сільськогосподарського водопостачання, з малими витратами води, широко застосовують металеві башти системи інженера Рожновського (рис. 1.11), металеві башти-колони та башти зі збірного залізобетону. Типові водонапірні башти проектує з баками місткістю 15, 25, 50, 160 м куб. Висоту опор (від землі до верху опори бака) для башт об'ємом від 15 до 50 м куб. встановлюють кратною 3 м, яка зазвичай лежить в межах 15-30 м (в окремих випадках перевершує 30 м), а з баками місткістю понад 100 м куб. – кратною 6 м. У практиці будівництва водонапірних башт розміри бака і опори змінюються в широких межах. Башти зі збірного залізобетону мають висоту 12 і 16 м з опорами із трьох стояків. Баки таких башт мають ємність 25-30 м<sup>3</sup> [40].

За кордоном широко застосовуються баки місткістю 5000 м куб. і більше [41].

За необхідності зберігання в баку значних об'ємів води і при допустимості зниження напорів в аварійних умовах замість водонапірних башт можуть використовуватись водонапірні колони.

Існують випадки, коли рельєф місцевості дає змогу будувати замість водонапірної башти напірний резервуар, який розміщують на підвищенні поблизу території населеного пункту. Ємність таких водонапірних резервуарів визначають за тими самими принципами, що й місткість баків водонапірних башт.

Останнім часом у невеликих населених пунктах впроваджуються проекти застосування протипожежних резервуарів та водонапірних башт та колон із поліетилену підвищеної термостабільності (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Елементи систем зовнішнього водопостачання із поліетилену:  
а) – протипожежний резервуар; б) – водонапірна башта

Отже, застосування водонапірних башт для гасіння пожеж можливе лише за наявності пожежної техніки, яка перебуває на озброєнні протипожежного формування. У конструкції башти має бути передбачено металевий патрубок із запірним вентилям та з'єднувальною головою, до якої приєднується пожежний рукав. За допомогою вказаних пристосувань здійснюється заповнення водою цистерн пожежної та пристосованої для гасіння пожеж техніки. Водонапірна башта в цьому випадку використовується як пожежний резервуар.

Крім того, створення необхідного нормативного вільного напору у водопровідній мережі низького тиску забезпечується висотою розміщення бака водонапірної башти. Забір води, створення

необхідних напорів та витрат на гасіння пожеж у цьому випадку знову ж таки забезпечується насосами наявної пожежної техніки.

### 1.3. Техніка, прилади та пристрої для забору води з водопровідної мережі та подачі її на гасіння пожежі

#### 1.3.1. Пожежні гідранти

Для забору води із водопроводу на мережах, які обслуговують протипожежні потреби, як правило, встановлюють пожежні гідранти підземного типу [42]. На водопровідних мережах використовуються декілька видів пожежних гідрантів, найбільше поширення з яких отримав підземний гідрант московського типу ПГ-5 російського інженера М.П. Зіміна (див. рис. 1.13). Пожежний гідрант встановлюють на фланець пожежної підставки зовнішньої водопровідної мережі.

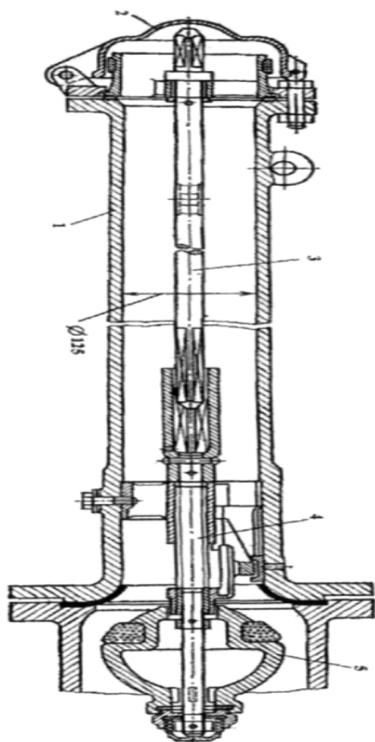


Рис. 1.13. Пожежний гідрант ПГ-5:  
1 – корпус; 2 – кришка; 3 – штанга;  
4 – шпindel; 5 – затвор (клапан)

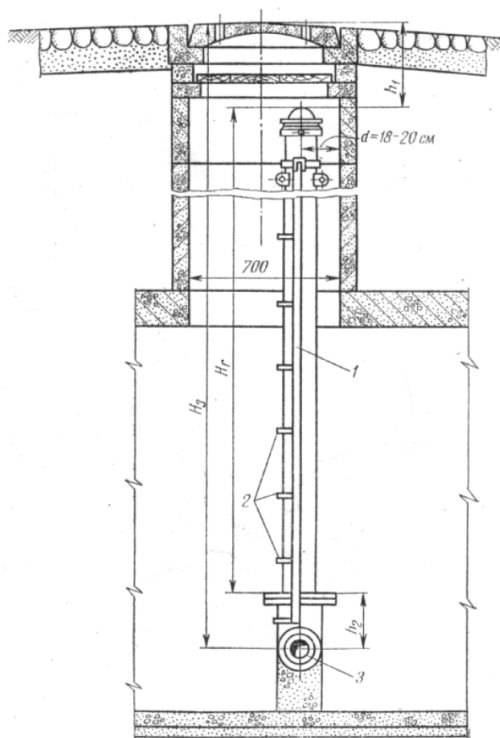


Рис. 1.14. Встановлення пожежного гідранта підземного типу у водопровідному колодязі:  
1 – гідрант; 2 – скоби;  
3 – водопровід з підставкою під пожежний гідрант



Встановлення пожежних гідрантів передбачають уздовж вулиць та автомобільних доріг на відстані не далі ніж 2,5 м від краю проїзної частини, але не ближче ніж 5 м від стін будівлі; допускається розташовувати гідранти на проїзній частині доріг [38].

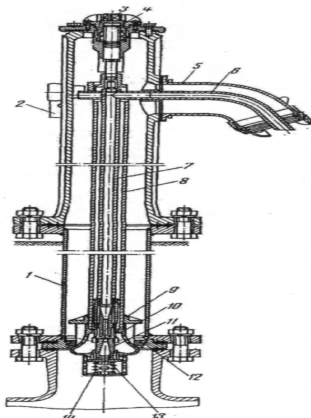
Пожежні гідранти встановлюють на кільцевих водопровідних мережах, оскільки при встановленні на тупикових відгалуженнях – можливе їх замерзання.

На жаль, вимоги та особливості встановлення підземних пожежних гідрантів у сільських населених пунктах нормами не передбачені. Хоча рівень ґрунтових вод та глибина промерзання ґрунту у сільській місцевості є різноманітним, встановлення пожежних гідрантів та прокладання водопровідної мережі у сільській місцевості здійснюється за аналогією міських водопровідних мереж [38].

Розміщення пожежних гідрантів на водопровідній мережі має забезпечувати пожежогасіння будь-якої будівлі не менше, ніж від двох гідрантів при витраті води на зовнішнє пожежогасіння 15 л/с і більше та від одного – при витраті води на пожежогасіння до 15 л/с [38]. Враховуючи пропоновані нормативні витрати для невеликих сільських населених пунктів: 5 л/с та 10 л/с (п. 1.2.2.1) – забезпечення гасіння пожеж кожної будівлі тут буде здійснюватися від одного пожежного гідранта.

Відстань між гідрантами визначається розрахунком, що враховує сумарну нормативну витрату води на пожежогасіння та пропускну спроможність встановлюваного типу гідрантів [38].

В сільській місцевості, з метою економії засобів і зручності, передбачають можливість відбору води для господарських потреб і цілей пожежогасіння з гідрант-колонки радіусом дії до 100 м [38].



**Гідравлічні показники гідранта-колонки**

Витрати, л/с	Втрати напору, м
21	10
29	20
36	30

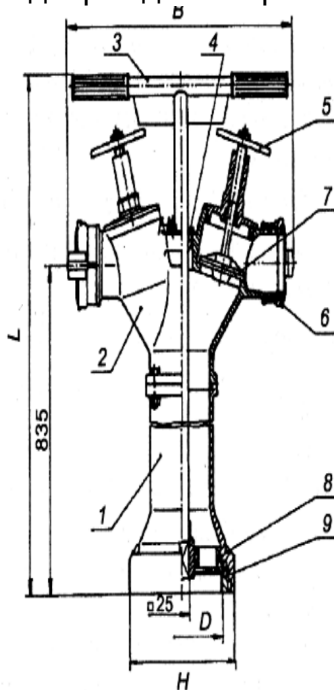
Рис. 1.15. Будова та характеристика гідранта, поєднаного з водорозбірною колонкою: 1 – корпус; 2 – рукоятка; 3 – гайка; 4 – шпindelь; 5 – труба відведення; 6 – труба подачі; 7 – штанга; 8 – трубчаста штанга; 9 – металеве кільце з двома виступами; 10 – затвор; 11 – ежектор; 12 – пази сідла; 13 – клапан; 14 – пружина

Статистика наявності та застосування подібних приладів для цілей пожежогасіння відсутня.

Разом з тим однозначно можна стверджувати, що забір води із водопровідної мережі можна здійснити лише за допомогою пожежної техніки з насосом, встановленої на пожежний гідрант. Для цього слід застосувати ще один технічний пристрій, що вивозиться на пожежних автомобілях – пожежна колонка.

### 1.3.2. Пожежна колонка

Пожежна колонка – знімний пристрій, що вивозиться пожежним автомобілем і встановлюється на пожежний гідрант. Колонка призначена для відкривання та закривання пожежного гідранта, а також для під'єднання пожежних рукавів з метою відбирання води з водопровідних мереж на пожежні потреби [43].



**Технічна характеристика пожежної колонки**

Параметри	Значення
Умовний прохід, мм	125
Робочий тиск, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,8 (8)
Умовний прохід з'єднувальної головки, мм	80
Маса, кг	18

Рис. 1.16. Будова та характеристика пожежної колонки:  
1 – нижній корпус; 2 – верхній корпус; 3 – торцевий ключ; 4 – ущільнювальний пристрій; 5 – перекидаючий пристрій; 6 – головка; 7 – затворний клапан; 8 – направляюча втулка; 9 – різьбове кільце

У нижній частині колонки є різьбове кільце, яке забезпечує її приєднання до пожежного гідранта. У верхній частині – розміщений торцевий ключ для відкривання пожежного гідранта та два вентилі з напірними патрубками для приєднання пожежних рукавів.



Рис. 1.17. Забір води пожежним автомобілем від пожежної колонки, встановленої на підземний гідрант за допомогою пожежних напірно-всмоктувальних рукавів

Встановлення колонки на гідрант здійснюється обертанням її за годинниковою стрілкою, а відкривання гідранта і вентилів колонки відповідно обертанням (проти годинникової стрілки) торцевого ключа і маховичком вентиля. Торцевий ключ можна обертати лише при закритих вентилях патрубків. Так само знімати колонку з гідранта можна лише при закритому клапані гідранта.

Встановлення пожежної колонки на підземний гідрант, як правило, здійснюється не менше як двома членами обслуги пожежного автомобіля, один з яких водій пожежного автомобіля (див. рис. 1.17).

Окрім того, за допомогою такого пристрою та приєднаного напірного пожежного рукава можливе заповнення цистерни пожежного автомобіля без приєднання до пожежного насосу.

Для забору води пожежним автомобілем необхідно два пожежні рукави (1 – гнучкий напірний, 1 – жорсткий напірно-всмоктувальний) довжиною 2 або 4 метри кожен, які приєднуються до водозбірника, що встановлений на всмоктувальному патрубку пожежного насосу (див. рис. 1.17).

Створення необхідного напору та витрати води при гасінні пожежі забезпечується насосом пожежного автомобіля.

### **1.3.3. Ручні пожежні стволи та їх технічна характеристика**

Пожежний ствол – пристрій, що вивозиться пожежним автомобілем і встановлюється на виході напірної рукавної лінії, призначений для формування, спрямування та (або) регулювання струменя вогнегасної речовини [43].

Технічні характеристики пожежних стволів, що на сьогоднішній день найбільш часто застосовуються при ліквідації пожеж наведені в табл. 1.7., 1.8 [44].

Таблиця 1.7

**Стволи пожежні ручні перекривні.  
Технічні характеристики [44; 45]**

Найменування показника	РСП-50	СРК-50	РСК-50	РСП-70	РСКЗ-70
Робочий тиск перед стволом, МПа	0,4-0,6	0,4-0,6	0,4-0,6	0,4-0,6	0,4-0,6
Витрата води, л/с, не менше:					
-суцільного струменя	2,7	2,7	2,7	7,4	7,4
-розпиленого струменя	2,0	2,7	2,0	7,0	7,0
Дальність водяного струменя, м, не менше	30	30	30	32	32
Маса, кг, не більше	1,45	1,81	1,95	2,8	3,0

Пожежні стволи РСП-50, РСК-50, СРК-50, РСП-70, РСКЗ-70 (див. рис. 1.18) знайшли широке застосування в підрозділах державної пожежно-рятувальної служби, добровільної, відомчої та місцевої пожежної охорони завдяки своїм конструктивним особливостям, за допомогою яких можна подавати суцільні та розпилені струмені води або тимчасово припиняти подачу води.

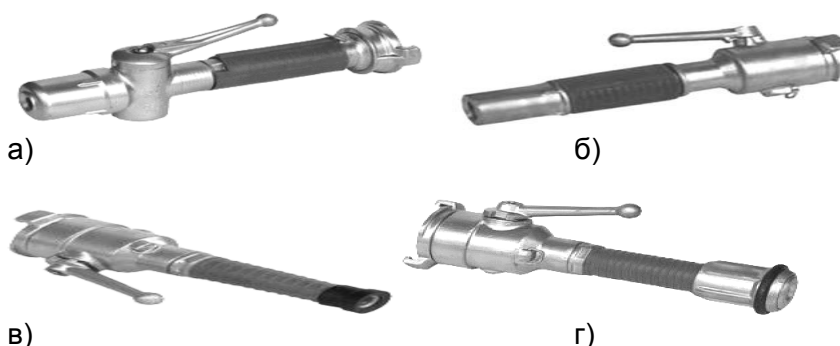


Рис. 1.18. Ствол ручний пожежний комбінований: а) – СРК-50; б) – РСК-50; в) – РСП-70; г) – РСКЗ-70

Обов'язковою умовою застосування таких стволів є наявність пожежної техніки, яка створює необхідний напір на стволі за допомогою насоса (40-60 м вод. ст.). У випадку недостатнього напору на стволі не буде досягнута необхідна витрата та дальність польоту струменя води.

Ручні пожежні стволи РС-50 та РС-70 (рис. 1.19) широко застосовуються підрозділами всіх видів пожежної охорони для гасіння

відкритих та інтенсивних пожеж і у тих випадках коли немає потреби в економії води. Іншою вагомою причиною їх широкого застосування є вартість, що нижча за вартість стволів РС-50, РС-70, РСК-50, РСК-70, РСКЗ-70.

Таблиця 1.8

**Стволи пожежні ручні неперекривні (прямоточні).**

**Технічні характеристики [44]**

Найменування показника	РС-50	РС-70
Робочий тиск перед стволом, МПа	0,4-0,6	0,4-0,6
Витрата води, л/с, не менше	3,6	7,4
Діаметр вихідного отвору насадка, мм	13	19
Маса, кг, не більше	0,6	1,5



Рис. 1.19. Переносні (пожежні) стволи РС-70, РС-50

Таким чином, (див. табл. 1.7, 1.8), витрата води зі стволів може змінюватись залежно від напору перед стволом, який має бути в межах 40-60 м вод. ст. Окрім того, оператор (член оперативної обслуги пожежного автомобіля) може вибрати безпечну відстань до робочої зони, виходячи з радіусу компактного струменя води. Але відповідний напір та витрату води для гасіння пожеж може створити лише насос пожежного автомобіля.

#### **1.3.4. Пожежна техніка та її характеристика**

За технічними можливостями, на пожежних автомобілях на шасі ЗІЛ-130 чи ЗІЛ-131 державної пожежно-рятувальної служби (ДПРС) знаходиться в середньому 10 магістральних пожежних рукавів діаметром 66 та 77 мм загальною довжиною 200 м [45; 46], чого не можна сказати про забезпеченість пожежної техніки, яка стоїть на озброєнні підрозділів місцевої та добровільної пожежної охорони.

Тактико-технічна характеристика деяких, найбільш поширених пожежних автомобілів ДПРС та МПО наведена в табл. 1.9.

Реальна картина забезпечення рукавами пожежних автомобілів МПО набагато складніша. В кращому випадку, такі підрозділи забезпечені на 50% від необхідного. Враховуючи це, у сільській місцевості довжина рукавних ліній та нормативний радіус їх обслуговування пожежною технікою дещо зменшиться. Беручи до уваги те, що ситуація із забезпеченням пожежною та пристосованою технікою сільської місцевості майже однакова в усіх областях України –

нормативний радіус обслуговування пожежних водойм мотопомпами (100-150 м) та пожежними автомобілями (200 м) [38], слід переглянути.

Таблиця 1.9

**Норма табельної належності пожежно-технічного устаткування і майна на основні пожежні автомобілі та їх технічна характеристика [45; 46]**

Найменування	АЦ-20(66)104 МПО	АЦУ-10(53А) МПО	АЦ-40(130)63Б ДПРС	АЦ-40(131)137 ДПРС
Базове шасі	ГАЗ-66	ГАЗ-53А	ЗІЛ-130	ЗІЛ-131
Число місць оперативної обслуги	2	2	7	7
Марка насоса	ПН-20КФ	НШН-600	ПН-40У	ПН-40У
Напір насоса, м вод. ст.	90	80	100	100
Продуктивність насоса, л/с	20	10	40	40
Місткість цистерни води, л	1615	2500	2350	2400
Кількість напірних пожежних рукавів діаметром, мм, штук:				
- 66	8	3	10	9
- 51	4	3	6	6

Таким чином, для забезпечення пожежної безпеки населених пунктів сільської місцевості де проживає третина загальної кількості населення держави та щорічно виникає майже половина пожеж від їх загальної кількості, гостро стоїть питання організації гасіння пожеж та забезпечення їх протипожежного захисту.

Кількість підрозділів місцевої пожежної охорони, які несуть цілодобове чергування у сільській місцевості України є недостатньою, а пожежна техніка на 90-100 відсотків вичерпала свій моторесурс і підлягає списанню.

Місцеві пожежні команди знаходяться на початку свого становлення, недостатньо забезпечені матеріально та фінансово. На даний час необхідно додатково створити близько 2700 підрозділів місцевої пожежної охорони.

Ріст кількості та збитковості пожеж на селі викликають нагальну потребу у допомозі з боку громадськості через волонтерську (добровольчу) діяльність. Разом з тим, волонтерських організацій у сфері забезпечення пожежної безпеки, які займаються гасінням пожеж та профілактичною роботою серед громадян, на даний момент в державі не існує.

Лише 10% сільських населених пунктів України забезпечені централізованим водопостачанням, до 50% – зовнішніми штучними та природними водоймищами, а в деяких випадках джерела водопостачання відсутні взагалі.

У сільських населених пунктах, за умови відповідного обґрунтування або там де відсутня професійна служба пожежної охорони допускається будівництво водопроводів високого тиску з влаштуванням пожежних постів. Разом з тим порядок застосування та організації гасіння пожеж від водопроводів високого тиску нормативними джерелами не вирішено. Окрім того, вказані системи водопостачання є досить дороговартісними.

Необхідні витрати води для потреб пожежогасіння в сільській місцевості забезпечуються її подачею безпосередньо з наявних водопровідних мереж низького тиску, з пожежних резервуарів чи відкритих природних водойм (річок, озер, ставків) або водонапірних башт. Однак, при цьому, належний тиск і необхідна подача води на забезпечується лише за умови наявності та використання пожежних автомобілів чи мотопомп або іншої техніки, пристосованої для гасіння пожеж і розташованої у нормативному радіусі виїзду або з нормативним часом прибуття.

Оскільки, у більшості сільських населених пунктів, які забезпечені водопроводами низького тиску відсутні підрозділи пожежної охорони з виїзною пожежною технікою, варто вирішувати питання організації гасіння пожеж шляхом застосування водопроводу підвищеного тиску. Для цього в існуючих водопроводах низького тиску необхідний напір у водопровідній мережі створюватиметься висотою розміщення бака водонапірної башти. При цьому тиск у водопровідній мережі лише у деяких випадках (залежно від рельєфу місцевості) перевищуватиме напір у водопроводах низького тиску але буде значно меншим за тиск у водопроводах високого тиску.

У тих сільських населених пунктах де водопроводи відсутні але перспективними проектами передбачено їх будівництво, пропонується проектування та будівництво водопроводів підвищеного тиску за тим же механізмом створення необхідних напорів.

Застосування таких систем водопостачання у сільській місцевості дасть змогу вирішити проблему не лише питного і господарського водоспоживання але й забезпечення гасіння пожеж без застосування виїзної пожежної техніки та без особливих додаткових фінансових і матеріальних вкладень.

## **РОЗДІЛ 2**

### **АНАЛІЗ СТАНУ НОРМУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

#### **2.1. Гасіння пожеж від природних та штучних вододжерел**

Зовнішнє протипожежне водопостачання з ємностей (штучних резервуарів, природних водойм) дозволено передбачати для таких об'єктів [38]:

- населених пунктів з кількістю мешканців не більше, ніж 5 тис. осіб;
- окремо розміщених громадських будівель об'ємом, що не перевищує 1000 м куб., у населених пунктах, які не мають кільцевого протипожежного водопроводу (якщо ж об'єм будівлі перевищує 1000 м куб. – за окремим погодженням з територіальними органами державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки);
- виробничих будівель категорій В, Г, Д за вибухопожежною і пожежною небезпекою, за умови, що зовнішні витрати води на гасіння пожежі мають становити не більше 10 л/с тощо.

Нормами 40-50-х років минулого століття [47-49] однозначно визначено, що такі системи водопостачання (штучні та природні водойми) можуть застосовуватись лише в тому випадку, якщо в населеному пункті в наявності є місцеві пожежні команди, на озброєнні яких є пересувні пожежні насоси (пожежні автомобілі), що гарантує подачу води в будь-яку пору року.

Там же оговорено, що кількість води у водоймищі має забезпечити гасіння пожежі упродовж 2-4-х годин від двох привізних насосів з подачею приблизно 17,5 л/с кожен (продуктивність відцентрових пожежних насосів ПН-20, ПН-20 КФ, які стояли на озброєнні пожежної охорони 30-40-х років минулого століття).

Разом з тим, слід зауважити, що на сьогоднішній день за технічними можливостями пожежних автомобілів на шасі ЗІЛ-130 та ЗІЛ-131 підрозділів державної пожежно-рятувальної служби та місцевої пожежної охорони знаходяться відцентрові насоси ПН-40У з продуктивністю приблизно 36-40 л/с (див. табл. 1.9).

Таким чином, враховуючи технічну характеристику сучасних пожежних насосів та нормативний час гасіння пожежі (3 год), об'єм води на цілі пожежогасіння у водоймах, відповідно, має бути більшим ніж у два рази.

При гасінні пожеж мотопомпами малої подачі необхідна ємність пожежних резервуарів для води зменшується (продуктивність переносної мотопомпи МП-600 становить 10 л/с, МП-800 – відповідно 13 л/с) [47].



Розташування та кількість водойм (резервуарів) встановлюється із розрахунку, щоб на відстані між ними та будівлями не виникало необхідності прокладати до місця пожежі рукавні лінії довжиною понад 200-250 м при роботі автонасосів, 150 м – при роботі мотопомп і 100 м – при роботі ручних пожежних насосів [47].

Слід зауважити, що на теперішній час ручні пожежні насоси у справі гасіння пожеж підрозділами пожежної охорони не застосовуються.

Якщо поповнення штучних водойм здійснюється за допомогою рукавних ліній, їх довжина не повинна перевищувати 250 м, а за погодженням з органами державного нагляду у сфері цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки – довжиною до 500 м [8; 50-52].

Нормативними джерелами [38; 50-52] оговорено, що кількість пожежних резервуарів повинна бути не менше двох, при цьому в кожному з них має зберігатися 50% об'єму води на пожежогасіння, визначеного розрахунком. Корисна місткість кожного водоймища має бути в межах 50-150 м<sup>3</sup> [41] і повинна забезпечувати гасіння пожежі упродовж не менше 3-х годин [38; 50-52].

Пожежні резервуари або водойми обладнують під'їздами для одночасної роботи двох пожежних насосів і розміщують за умови обслуговування ними будівель, що знаходяться в радіусі:

- за наявності пожежних автомобілів – 200 м;
- за наявності мотопомп – 100-150 м (залежно від типу та продуктивності подачі води мотопомпами).

При цьому подача води в будь-яку точку пожежі має забезпечуватися від двох сусідніх резервуарів або водойм [38; 41; 50-53].

Для збільшення радіусу обслуговування резервуарів або водоймищ прокладають тупикові водопроводи довжиною труб до 200 м і діаметром, який має пропускну розрахункову витрату води на пожежогасіння, але не менше 200 мм [38].

Якщо безпосередній забір води з резервуарів пересувною технікою утруднений, передбачають приймальні колодязі об'ємом 3-5 м<sup>3</sup> (рис. 1.6). Діаметр трубопроводу, що з'єднує резервуар з приймальним колодязем, приймають за умови пропускання розрахункової витрати води на пожежогасіння, але не менший, ніж 200 мм [38; 50-52].

При розташуванні будівель сільських поселень не далі 100-200 м від природних вододжерел (річок, ставків, озер інших водойм) з кількістю води, достатньою для пожежогасіння упродовж часу більшого, ніж нормативна тривалість гасіння пожежі (3 год) [38], влаштування додаткових водоймищ або резервуарів не вимагається.

Розглянувши можливості забору води з відкритих вододжерел стає зрозумілим, що ефективність гасіння пожеж на відстані до 200 м від річок та озер може бути забезпечена лише за умови наявності пожежної техніки та відповідної нормативної кількості оперативної обслуги протипожежного формування, пожежних рукавів і необхідного обладнання на ній.

Отже, водопостачання з ємкостей (природні та штучні водойми, резервуари) для цілей пожежогасіння може застосовуватись лише в тому випадку, якщо в населеному пункті є в наявності підрозділ місцевої пожежної охорони або такий прибуває до місця виклику з нормованим часом (20-25 хв – залежно від пори року) на пересувних пожежних насосах, і гарантує подачу води в будь-яку пору року.

## **2.2. Протипожежні запаси води**

Ємкості в системах сільськогосподарського водопостачання залежно від призначення включають регулювальний, пожежний, аварійний та контактний об'єми води. Вони поділяються на безнапірні, в яких вода забирається насосами, та напірні, які безпосередньо живлять мережі.

Водонапірні башти використовуються як запасно-регулюючі ємкості, а пожежні водойми і резервуари – лише як запасні ємкості для зберігання запасу води на період пожежогасіння або аварій.

Пожежний об'єм води передбачають на випадок, коли отримання необхідної кількості води для гасіння пожежі безпосередньо з джерела водопостачання технічно неможливе або економічно недоцільне [38; 51; 52]. Нормативно встановлено [38], що кожна водойма (резервуар) повинна мати об'єм, визначений виходячи з нормативних витрат води на гасіння пожежі і нормованої тривалості її гасіння. Об'єм запасу води на гасіння пожежі визначається виходячи з нормативної витрати води упродовж 3-х годин гасіння пожежі [38].

Якщо, при цьому, гарантується безперебійна подача води із вододжерела в запасні резервуари, то при визначенні ємності резервуарів допускається враховувати це поповнення за період гасіння пожежі [38; 49].

Пожежний об'єм води в баках водонапірних башт і доповнення до запасів води в резервуарах розраховується на десятихвилинну тривалість гасіння однієї внутрішньої і однієї зовнішньої пожежі при одночасній витраті води на господарські потреби [38; 51].

При обґрунтуванні необхідності, в баках водонапірних башт допускається зберігання повного пожежного об'єму для забезпечення пожежогасіння із пожежних гідрантів з витратою води на пожежогасіння, вказаною відповідно в табл. 3 [38], табл. 5 [51; 52] та

табл. 11 [53] при 3-х годинному гасінні пожеж, за умови автоматизованого забезпечення зберігання недоторканого запасу.

Але такий варіант можливий лише для населених пунктів сільської місцевості з тваринницькими фермами або іншими фермерськими господарствами та за умови невеликих розрахункових витрат води на гасіння пожеж [41].

Окрім того, роботою [53] передбачено, що в баку водонапірної башти має бути передбачено запас води для гасіння пожежі у перші хвилини після її виникнення, що суперечить вимогам нормативних документів [38; 51] про конкретність нормативної тривалості гасіння.

Нормативний час гасіння (10 хв), за яким визначається недоторканий запас води на пожежні потреби у водонапірних баштах і колонах, може бути скорочений у два рази, за умови автоматизації роботи насосів (коли насоси приводяться в дію автоматично, залежно від зниження рівня води в водонапірних баштах або колонах). Але така умова не є характерною для сільської місцевості, де елементи систем водопостачання за надійністю або ступенем забезпеченості подачі води відносять до III категорії [38].

Максимальний строк поновлення недоторканого пожежного об'єму води в баках водонапірних башт не повинен перевищувати 72 години [38; 50; 51; 54]. Якщо пожежний запас води не може поповнюватись за вказаний термін, відповідно, необхідно збільшувати ємкість, де зберігається її запас. А це у свою чергу тягне за собою значні матеріальні та фінансові вкладення. Як свідчить статистика, кількість великих затяжних пожеж (понад 3 год) у житловому секторі сільської місцевості, останнім часом, була досить малою.

Недоторканий запас води у регулюючих ємностях не повинен використовуватись на інші цілі, окрім на гасіння пожеж. З цією метою застосовують спеціальні заходи: резервуари обладнують сигнальними пристроями, за допомогою яких ведеться контроль за рівнем води [38; 51; 54].

Для сільської місцевості характерними є водонапірні башти і резервуари без додаткових автоматичних пристроїв контролю та сигналізації, оскільки об'єкти невеликих сільських населених пунктів відносяться до електроприймачів III категорії електропостачання [38; 55].

### **2.3. Організація гасіння пожеж водопроводами високого тиску**

Влаштування водопроводів високого тиску диктується необхідністю подачі необхідних витрат води на початковій стадії розвитку пожежі, а саме, до прибуття підрозділів пожежно-рятувальної

служби [40; 56]. З точки зору пожежогасіння вважається, що найбільш ефективним є влаштування у населених пунктах водопроводів високого тиску, який створюється на час пожежі [50; 56]. Мінімальний вільний напір у мережі протипожежного водопроводу високого тиску повинен забезпечувати висоту компактного струменю не менше ніж 10 м при максимально необхідній витраті води на пожежогасіння і розташуванні пожежного ствола на рівні найвищої точки самої високої будівлі [38].

Насоси-підвищувачі в системі водопостачання високого тиску вмикаються не пізніше 5 хвилин після подачі сигналу про пожежу і забезпечують підвищення тиску в мережі лише на період гасіння пожежі.

Напірні резервуари і водонапірні башти обладнують автоматичними пристроями, що забезпечують їх відключення при пуску пожежних насосів [38; 50; 52; 54; 57]. Необхідний для гасіння пожеж напір і його втрати в мережі в такому випадку перевищують необхідний вільний напір і втрати напору під час господарського водоспоживання [58].

Необхідність влаштування системи водопостачання високого тиску передбачають за умови відповідного обґрунтування органами державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки. Окрім того, такі системи влаштовують в сільських населених пунктах з кількістю жителів до 5 тис. осіб, де не передбачено організацію місцевої пожежної охорони [38; 52; 59], за умови улаштування на території об'єктів виробничого або громадського призначення пожежних постів відповідно до [30; 39]. Нормативний документ [39] передбачає забезпечення пожежного поста лише пожежною технікою, а яким чином здійснюватиметься застосування водопроводу високого тиску та організація гасіння пожеж ні вказаним ні іншим нормативним документом не обумовлено.

Очевидним є те, що системи водопостачання високого тиску вимагають додаткових витрат на обладнання спеціальної насосної системи й застосування трубопроводів підвищеної міцності. Окрім того, слід передбачати захист побутових споживачів від пошкоджень високого тиску.

Застосування таких систем для гасіння пожеж можливе і без наявності пожежної техніки. Однак, при цьому, розрахунок складових елементів системи має бути ретельним, задля забезпечення необхідної витрати і напору води на період гасіння пожежі.

Але знову ж таки, оскільки об'єкти сільської місцевості у переважній більшості відносяться до електроприймачів III категорії електропостачання, зважати на надійність систем водопостачання високого тиску (насосів-підвищувачів) не можна.

Окрім того, важливим моментом є те, що жодним нормативним документом чи іншим джерелом не визначено порядок застосування таких систем для гасіння пожеж у сільській місцевості.

#### **2.4. Гасіння пожеж за допомогою водопроводів низького тиску**

Водопроводи низького тиску застосовують для гасіння пожеж лише за умови наявності на об'єктах чи у населених пунктах пожежних команд з пересувною пожежною технікою [56].

Характерною особливістю централізованого водопостачання в сільській місцевості є відносно невеликі витрати води на господарсько-питні потреби у порівнянні з витратами, необхідними на пожежогасіння.

Мінімальний вільний напір у мережі водопроводу населеного пункту при максимальному господарсько-питному водоспоживанні на ввіді в будинок приймається: при одноповерховій забудові – не менше 10 м; при більшій поверховості – на кожен поверх слід додавати 4 м [38; 51; 52; 57; 59]. Вказаний напір необхідний для забезпечення роботи відцентрових насосів пожежних автомобілів, враховуючи втрати напору в пожежному гідранті, пожежній колонці, а також в рукавних лініях, що використовуються для під'єднання насосів до пожежної колонки.

В роботах [40; 56] не акцентується увага на поверховості забудови населеного пункту, а говориться, що вільний напір в мережі водопроводу низького тиску в період пожежогасіння має бути не меншим, ніж 10 м, рахуючи від поверхні землі. В години максимального водоспоживання напір на кожен поверх, крім першого, допускається приймати рівним 3 м, при цьому має забезпечуватися подача води в ємкості для її зберігання.

Вільний напір у мережі водопроводу низького тиску (на рівні поверхні землі) при пожежогасінні передбачається більшим або рівним величині втрат тиску в системі «гідрант – колонка – пожежний автонасос», але не меншим, ніж 10 м [53; 54]. В той же час в роботі [41] вказується, що вільний напір в водопроводах низького тиску повинен бути достатнім для забору води з пожежних гідрантів пожежними насосами і тим самим його величина не конкретизується.

Максимальний вільний напір води у зовнішній мережі об'єднаного господарсько-питного водопроводу у споживачів не повинен перевищувати 45 м [38], а документами [51; 52] передбачався напір води 60 м. Таке обмеження було прийняте для того, щоб забезпечити нормальне користування водопровідними приладами, не збільшуючи витрати води на пожежогасіння, а також задля запобігання аваріям на водопровідних мережах. При напорах у мережі понад 45 м для окремих

будівель або районів передбачають установку регуляторів тиску або зонування системи водопостачання [38]. Але це є характерним для міст або сільських населених пунктів з великою чисельністю мешканців чи окремих промислових підприємств, тільки не для невеликих сіл.

Діаметр труб водопровідної мережі визначають за розрахунками з урахуванням необхідної нормативної витрати води та гідравлічного опору усіх її ділянок. У цьому випадку мінімальний діаметр труб водопроводу об'єднаного з протипожежним в населених пунктах має бути не менше ніж 100 мм, а для сільської місцевості з кількістю жителів до 500 осіб – не менше 80 мм [38].

Для потреб населення та гасіння пожеж застосовують кільцеві та тупикові водопровідні мережі.

Тупикові мережі допускається застосовувати в наступних випадках:

- ✓ на виробничі потреби, коли за умовами технології допускаються перерви у водопостачанні на час ліквідації аварії;
- ✓ на господарсько-питні потреби при діаметрі труб не більше 100 мм;
- ✓ на господарсько-протипожежні потреби при довжині лінії не більш 200 м, а також у населених пунктах із числом жителів до 5 тис. мешканців і витратою на зовнішнє пожежогасіння до 10 л/с за умови влаштування протипожежних резервуарів або водойм у кінці тупика [38].

Водовіддача водопровідних мереж залежить від типу мережі (кільцева чи тупикова), діаметру труб та напору води в мережі [45]. Орієнтовну водовіддачу водопровідних мереж населених пунктів залежно від їх діаметру, типу та напору визначають за таблицею 2.1 [45].

Таблица 2.1

**Водовіддача водопровідних мереж**

Напір в мережі, м	Вид мережі	Водовіддача водопровідної мережі, л/с при діаметрі труб водопровідної мережі, мм						
		100	125	150	200	250	300	350
10	тупикова	10	20	25	30	40	55	65
	кільцева	25	40	55	65	85	115	130
20	тупикова	14	25	30	45	55	80	90
	кільцева	30	60	70	90	115	170	195
30	тупикова	17	35	40	55	70	95	110
	кільцева	40	70	80	110	145	205	235
40	тупикова	21	40	45	60	80	110	140
	кільцева	45	85	95	130	185	235	280
50	тупикова	24	45	50	70	90	120	160
	кільцева	50	90	105	145	200	265	325

Як видно із таблиці 2.1 водовіддача тупикових водопровідних мереж, за тих же умов, приблизно у двічі менша за аналогічні значення кільцевих водопровідних мереж. Але, розглядаючи сільські населені пункти з невеликою чисельністю мешканців (до 3 тис. осіб), навіть вказана мінімальна водовіддача забезпечить нормативні витрати води (5-10 л/с) на гасіння пожеж, передбачені нормами [38].

## **2.5. Витрати води на зовнішнє пожежогасіння у закордонних державах**

Нормативні витрати води на пожежогасіння в Польщі визначені нормами PN-B-02863 [60] та PN-B-02864 [61] і залежать лише від кількості мешканців в населеному пункті. Цими нормами передбачено, що в населеному пункті з чисельністю мешканців до 2 тис. осіб має бути передбачена нормативна витрата води на зовнішнє пожежогасіння 5 л/с або запас води для пожежогасіння в природних чи штучних водоймах не менший, ніж 50 м<sup>3</sup>.

Витрати води для гасіння пожеж в населених пунктах та на промислових підприємствах США встановлені Національною радою страхування від вогню (NBFU) [56]. В населених пунктах США нормативна витрата води на зовнішнє пожежогасіння залежить від щільності забудови, поверховості та можливого ступеню впливу полум'я (слабкий, помірний, сильний), на промислових підприємствах – від площі будівлі, його поверховості, ступеню вогнестійкості, умов впливу пожежі на сусідні будівлі, категорії за вибухопожежною і пожежною небезпекою тощо. При цьому витрата води на гасіння пожеж залежно від чисельності населення району (міста) може визначатись за формулою NBFU, яка найбільш розповсюджена в США та Канаді

$$Q = 1020 \times N^{1/2} (1 - 0,01 \times N^{1/2}), \text{ л/хв}, \quad (2.1)$$

де N – кількість жителів, тис. осіб.

Більш сучасні нормативні витрати води для гасіння пожеж розроблені Національною радою страхування від вогню. В основу цих норм закладені результати обробки багаточисельних статистичних даних про гасіння пожеж в США. Витрату води для гасіння пожеж Q (галл/хв або 3,78541 л/хв) за нормами NBFU розраховують залежно від площі A (фут<sup>2</sup> або 0,0929 м<sup>2</sup>) і параметру C

$$Q = 18 \times C \times A^{1/2}, \text{ галл/хв}, \quad (2.2)$$

де  $C$  – коефіцієнт, який характеризує пожежну небезпеку будівлі ( $C=0,6-1,5$ );

$A$  – площа пожежі, фут<sup>2</sup>.

Як стверджує автор роботи [56], значення витрати води  $Q$  за нормами NBFU, перераховані в прийнятну систему одиниць колишнього СРСР, значно перевищує прийняті нормативні витрати води для гасіння пожеж в нашій державі, а тим паче у сільській місцевості.

У Франції витрати води для гасіння пожеж розраховують за формулою

$$Q = 100 + C \times A^{1/2}, \quad (2.3)$$

де  $Q$  – витрата води, м<sup>3</sup>/хв;

$C$  – коефіцієнт, який характеризує наслідки пожежі ( $C=1,5-5$ );

$A$  – площа пожежі, м<sup>2</sup>.

Автор роботи [56] визначив, що площа пожежі  $A$ , швидкість розвитку пожежі  $U_n$  та тривалість пожежі  $\tau$  являються характерними факторами, які впливають на витрату води на етапі локалізації пожежі та пов'язані між собою виразами

$$A = 0,35 \times \tau^{2,56}; U_n = 0,896 \times \tau^{1,56} (0 < \tau < 30 \text{ хв}); \quad (2.4)$$

$$A = 2300 \times (\tau - 30)^{0,168}; U_n = 387 \times (\tau - 30)^{-0,832} (30 < \tau < 80 \text{ хв}). \quad (2.5)$$

Як видно із вищенаведених формул (2.1-2.5), в США, Канаді та Франції авторами досліджувались витрати води для великих населених пунктів, на відміну від нашого випадку, де проводиться оцінка процесу водопостачання для цілей пожежогасіння в невеликих населених пунктах сільської місцевості.

## 2.6. Нормування витрат води на зовнішнє пожежогасіння

В Україні нормативна витрата води на зовнішнє пожежогасіння в сільській місцевості приймається відповідно до нормативного документу [38] залежно від поверховості будівель та кількості мешканців в населеному пункті, що не дає чіткого визначення пожежної небезпеки будівель та вказаного населеного пункту вцілому.

На жаль, хоча в країні і було введено в дію ряд нових нормативних документів, але в своїй більшості, стосовно нормування водопостачання на протипожежні потреби вони не змінилися.



Було проведено вивчення та аналіз нормативно-технічної документації стосовно нормування витрат води на пожежогасіння, витрат напорів у пожежних рукавах, використання водопостачання природних і штучних водойм та відстаней між пожежними гідрантами, а також можливостей технічних засобів подачі води на потреби пожежогасіння з початку минулого століття.

В результаті досліджень та аналізу отриманої інформації з'ясовано, що іще нормативним документом 1934 р. [62] визначено, що для населених пунктів з кількістю мешканців до 10 тис. осіб та переважно кам'яною забудовою, зовнішній водопровід розраховують для однієї пожежі, яка співпадає з максимальним господарським водоспоживанням.

Для невеликих міст та населених пунктів з населенням 10-25 тис. мешканців, розрахунок мережі виконують для двох одночасних пожеж в різних кінцях населеного пункту, які співпадають з максимальним господарським водоспоживанням.

Нормативна витрата води, яка подається на кожну пожежу, визначається залежно від горючості та характеру забудови населеного пункту в межах наступних норм [62]:

- невеликі міста та населені пункти з населенням 10-25 тис. мешканців – 5-10 л/с;
- населені пункти з населенням до 10 тис. мешканців – 5 л/с.

При цьому витрата протипожежних струменів води приймається по 5 л/с. При загальній витраті води на пожежу 5 л/с – допускається приймати два струмені по 2,5 л/с кожна.

Нормативна витрата води для пожежогасіння, що була передбачена в 1939 р. для колгоспного сектору, встановлюється залежно від розрахункової кількості мешканців населеного пункту, розміру тваринницьких ферм та інших колгоспних господарств, вказана в табл. 2.2 («Нормы пожарного водоснабжения в сельских населенных пунктах (в колхозах)». Согласованы с ГУПО НКВД СССР 29 мая 1939 г.) [63].

Як видно з табл. 2.2, витрата води для невеликих населених пунктів приймається також 2,5 та 5 л/с, залежно від чисельності населення.

При чому нормативна витрата води 5 л/с на пожежогасіння, при цьому, має забезпечуватись двома струменями води по 2,5 л/с. Тобто, на той час існували пожежні стволи і техніка, що забезпечували такі витрати води.

Відповідно до СТ/НKKX РСФСР (1940 р.) „Правила для проектирования хозяйственно-питьевых и противопожарных водопроводов городов и рабочих поселков” [47] у 1940 р. нормативні витрати води на гасіння пожеж у сільських населених пунктах визначаються залежно

від чисельності населення та характеристики забудови і зведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.2

**Витрата води для пожежогасіння в колгоспному секторі  
(витяг з табл. 7 [63])**

Кількість населення, тис. осіб	Розрахункова чисельність пожеж	Чисельність пожежних струменів	Тривалість пожеж, годин	Загальна витрата на одну пожежу, л/с
Від 5 до 10 (дворів від 1 тис. до 2 тис.)	1	2	3	10
Від 1 до 5 (дворів від 200 до 1 тис.)	1	2	3	5
Менше 1,0 (дворів менше 200)	1	1	2	2,5

Таблиця 2.3

**Пожежні витрати води на гасіння пожеж для сільських  
населених пунктів (витяг з табл. 30 [47])**

Характер сільського населеного пункту або сільськогосподарського підприємства	Розряд	Розрахункова кількість пожеж	Витрата води, л/с		
			кількість струменів	на один струмінь	всього
Сільські населені пункти з кількістю мешканців понад 5000, але не більшою, ніж 10000; машино-тракторні станції або майстерні; крупні колгоспно- товарні ферми; садиби радгоспів з кількістю мешканців понад 500; інші аналогічні сільськогосподарські підприємства.	I	1	2	5	10
Сільські населені пункти з кількістю мешканців понад 1000, але не більшою, ніж 5000; колгоспно-товарні ферми та інші дрібні колгоспні підприємства; радгоспи з кількістю мешканців менше 500 та однією фермою	II	1	2	3,5	7
Сільські населені пункти з кількістю мешканців меншою, ніж 1000; окремо розташовані дрібні ферми радгоспів з кількістю мешканців менше 200	III	1	2	2,5	5

Як бачимо, нормативні витрати тут (див. табл. 2.3) дещо змінилися. Якщо для населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб нормативні витрати приймалися два струмені по 2,5 л/с, то для населених пунктів з числом мешканців від 1000 до 5000 осіб – два струмені по 3,5 л/с. Чим викликані такі зміни не оговорено. Не акцентовано увагу також і на технічних засобах подачі такої нормативної витрати води.

Відповідно до НСП-102-51 [64-67] у 1951 р. для населених пунктів нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння і розрахункова кількість одночасних пожеж вже визначаються залежно від чисельності населення, поверховості забудови, ступеню вогнестійкості будівель і зведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

**Нормативна витрата води на зовнішнє пожежогасіння  
(витяг з табл. 19 [67])**

Кількість жителів у населеному пункті, тис. осіб	Розрахункова кількість пожеж	Витрата води на одну пожежу, л/с			
		малоповерхова забудова (до 2-х поверхів включно)		змішана забудова незалежно від ступеню вогнестійкості	багатопверхова забудова незалежно від ступеню вогнестійкості
		ступінь вогнестійкості			
		I, II, III	IV, V		
До 5	1	5	5	10	10
До 10	1	10	10	15	15
До 25	2	10	10	15	15

Встановлено, що вказаним нормативним документом [67] для невеликого населеного пункту з малоповерховою забудовою (до 2-х поверхів включно), характерного для сільської місцевості (до 5 тис. мешканців), передбачено вже одну розрахункову пожежу, а витрата води при цьому становить 5 л/с.

Нормативні витрати води на пожежогасіння 60-70 років минулого століття [68; 69] мають ідентичний вигляд і відображені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

**Нормативна витрата води на пожежогасіння і розрахункова кількість одночасних пожеж в населених пунктах  
(витяг з табл. 4, 10 [68; 69])**

Кількість мешканців в населеному пункті в тис. осіб, до	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрата води на зовнішнє пожежогасіння в населених пунктах, л/с	
		збудова будівлями висотою до 2-х поверхів включно незалежно від їх ступенів вогнестійкості	збудова будівлями висотою три поверхи і вище незалежно від їх ступенів вогнестійкості
5	1	10	10
10	1	10	15

Нормативними документами [68; 69] для невеликого населеного пункту, характерного для сільської місцевості (до 5 тис. мешканців), передбачено одну розрахункову пожежу, а витрати води на її гасіння для будівель незалежно від їх ступенів вогнестійкості становлять 10 л/с.

За [38; 51; 52] нормування витрат води на пожежогасіння дещо уточнене і має вигляд табл. 2.6.

Таблиця 2.6

**Нормування витрат води на зовнішнє пожежогасіння  
(витяг з табл. 3, 5, 11 [38; 51; 52])**

Кількість мешканців в населеному пункті в тис. осіб	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрата води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу, л/с	
		забудова будівлями висотою до 2-х поверхів включно не залежно від їх ступенів вогнестійкості	забудова будівлями висотою три поверхи і вище незалежно від їх ступенів вогнестійкості
До 1	1	5	10
Понад 1 до 5	1	10	10
Понад 5 до 10	1	10	15

Останніми нормативними документами [38; 51; 52], для населених пунктів до 1000 осіб передбачено одну розрахункову пожежу, а витрату води на її гасіння для будівель висотою до 2-х поверхів включно, незалежно від їх ступенів вогнестійкості – 5 л/с. Для населених пунктів від 1000 до 5000 осіб також передбачено одну розрахункову пожежу, а витрату води на її гасіння для будівель незалежно від їх висоти та ступенів вогнестійкості – 10 л/с.

Очевидним є те, що в сільській місцевості з невеликою чисельністю мешканців (до 3000 осіб), будівлі висотою понад 3 поверхи зустрічаються вкрай рідко.

Розрахункова кількість одночасних пожеж для населених пунктів з кількістю жителів до 10 тис. осіб включно, приймається рівною одній пожежі [30; 38; 41; 51; 52; 58]. Нормативна тривалість гасіння пожежі приймається 3 години [30; 38; 40; 41; 50-54; 57; 58]. В роботі [41] уточняється, що вказаний час можливий за умови подачі води від пожежних гідрантів, встановлених на зовнішній водопровідній мережі, що суперечить можливості гасіння пожеж від інших джерел водопостачання (природні та штучні водойми).

Оцінивши та проаналізувавши нормативні та літературні джерела з початку минулого століття до теперішнього часу, бачимо, що існуюча нормативна витрата води на пожежогасіння (на одну пожежу) для житлових поселень і кількість одночасних пожеж в населеному пункті

приймається залежно від кількості жителів та характеру забудови (поверховості будівель), незалежно від ступеня їх вогнестійкості.

Водночас в роботі [53] витрата води на гасіння пожеж приймається 5 л/с, яка передбачена для сільських населених пунктів, незалежно від ступеню вогнестійкості будівель висотою до 2-х поверхів та з кількістю жителів до 500 осіб і тривалістю гасіння пожежі 3 год. В роботах [41; 53; 56-58] прийнято нормативну витрату води на зовнішнє пожежогасіння для населених пунктів з кількістю жителів до 5 тис. осіб і при забудові як до 2-х поверхів включно так і більше трьох поверхів – 10 л/с, а в роботах [40; 54] поверховість забудови не враховується взагалі, але для населених пунктів з кількістю жителів до 500 осіб приймається нормативна витрата води на пожежогасіння 5 л/с.

Як видно, у чинному нормативному документі [38] та інших джерелах існують певні розбіжності стосовно нормативних витрат води на зовнішнє пожежогасіння. Так само існують розбіжності і в кількості мешканців у населеному пункті, залежно від яких приймається нормативна витрата води на зовнішнє пожежогасіння.

Автори роботи [70] пропонують прийняти мінімальні нормативні витрати води на пожежогасіння 14 л/с, а час гасіння – трохи більше 1 години. А в роботі [10] підкреслено, що реальні витрати води переважно визначаються об'ємом будівлі. При збільшенні об'єму будівлі у два рази пропорційно збільшуються витрати води.

Роботою [56] стверджується, що реальне водоспоживання при гасінні пожеж досягає 500-875 л/м<sup>2</sup>. Тому автор робить припущення, що витрата води для гасіння пожеж  $Q$  (л/с) в основному залежить від об'єму приміщення  $W$  (м<sup>3</sup>), яке горить і має вигляд

$$Q = 0,0223 \times W, \text{ л/с.} \quad (2.6)$$

Автори роботи [70] пропонують для оцінки пожежної небезпеки застосовувати енергетичний підхід, елементом якого має служити комплексний показник оцінки пожежної небезпеки. Вони стверджують, що в деяких державах стали вже застосовувати індивідуальний метод оцінки пожежної небезпеки кожного конкретного об'єкта розрахунково-аналітичним шляхом.

Вказаний метод полягає в аналітичному розрахунку фактичного пожежного навантаження об'єкта не у кгс/м<sup>2</sup>, а в кДж/(м<sup>2</sup>×с). Таким чином приймається питома теплова потужність пожежі, яка визначає всі основні параметри, в тому числі й ті, від яких залежить витрата вогнегасних засобів. Такий підхід вимагає не тільки обліку виду горючого навантаження, його фізико-хімічних параметрів, а й обліку будівельних та архітектурних особливостей об'єктів, що оцінюються, динаміки розвитку пожежі та інших факторів і параметрів.

В доповнення до оцінки пожежної небезпеки автори [70] пропонують оцінювати екологічну небезпеку, в зв'язку з тим, що будь-яка пожежа тягне за собою соціальні, матеріальні та екологічні збитки.

Практично всі попередні автори літературних та наукових джерел зосереджували свою увагу на вивченні витрат води на гасіння пожеж на великих промислових об'єктах, в містах з великою чисельністю мешканців, достатньою кількістю пожежних депо та пожежних автомобілів.

Дані про дослідження витрат води для цілей пожежогасіння в невеликих сільських населених пунктах з обмеженою кількістю пожежної техніки, озброєнням та оперативної обслуги на пожежних автомобілях відсутні. Тобто вони не вивчалися.

Аналіз діючих вітчизняних та закордонних норм стосовно нормативних витрат води на зовнішнє пожежогасіння свідчить про їх неузгодженість та різні підходи і протиріччя в нормативних витратах. Фактичні витрати води в ряді випадків значно менші, ніж закордонні, що застосовуються в США, Канаді, Франції, Польщі. Існуючі нормативні вимоги не відображають допустимий рівень водозабезпечення та недостатньо характеризують процес подачі води при гасінні пожеж, особливо це негативно відчувається в сільській місцевості.

Вивчивши та оцінивши зміну витрат води на пожежогасіння більш, ніж за вісім десятиліть бачимо, що нормування витрат води у всіх випадках зводиться до кратності 2,5 л/с. Очевидним є те, що ця цифра виникла внаслідок технічної можливості приладів, які застосовувалися для подачі води (пожежних стволів) та спеціальної пожежної техніки, які були на озброєнні пожежної охорони на початку 30-х років минулого століття. На жаль технічних засобів, які сьогодні забезпечили б, передбачені тодішні нормативні витрати води (2,5 л/с, 5 л/с та 10 л/с) не існує, або забезпечити їх було б проблематично (п. 1.3.3).

Вимоги до нормативних витрат води для гасіння пожеж періодично змінюють при удосконаленні характеру будівництва, інтенсифікації пожежонебезпечних виробництв, застосуванні різноманітних пожежонебезпечних виробів і матеріалів при будівництві та експлуатації житлового фонду, впровадженні нових технічних засобів боротьби з пожежами тощо.

Але, як видно з аналізу історії прийняття та застосування нормативних джерел стосовно нормування протипожежного водопостачання, вимоги практично не змінювались з 20-30-х років минулого століття, хоча за цей період відбулися значні зміни в питаннях удосконалення пожежної техніки, обладнання та арматури для подачі нормативних витрат води.

## 2.7. Нормування довжини пожежних рукавних ліній та відстаней між пожежними гідрантами

У нормативних документах та літературних джерелах [40; 41; 47-49; 62; 64; 65; 68] оговорено, що подача води у водопроводі високого тиску повинна здійснюватись від пожежного гідранта непрогумованими (пеньковими) пожежними рукавами довжиною 100-125 м діаметром 63-66 мм пожежним стволом з насадкою діаметром 19 мм, розташованого на рівні найвищої точки самої високої будівлі, при розрахунковій витраті води 5 л/с і створенням компактного струменю води висотою не меншою, ніж 10 м.

За таких умов, як стверджує автор [54], вільний напір у водопровідній мережі високого тиску біля розрахункового гідранта має бути 33 м – при одноповерховій забудові, 38 м – при 2-х поверховій забудові та 43 м – при 3-х поверховій забудові населеного пункту.

Таким чином, формула визначення напору у водопровідній мережі високого тиску буде мати вигляд

$$H = H_6 + 28, \text{ м}, \quad (2.7)$$

де  $H_6$  – висота будинку, м;

28 м – сума значень опорів, ( $\text{с}^2 \times \text{м}/\text{л}^2$ ) пожежного гідранта ( $S_r = 0,0016$ ), пожежної колонки ( $S_k = 0,0035$ ), шести пожежних рукавів ( $S_p = 0,462$ ) та пожежного ствола ( $S_{\text{ст}} = 0,634$ ) при витраті води через пожежний гідрант і пожежну колонку 10 л/с. Витрата води на гасіння пожежі однією рукавною лінією через пожежний ствол становить 5 л/с.

Тобто формула (2.7) є справедливою для подачі води на гасіння пожежі від пожежного гідранта, встановленого на водопровідній мережі високого тиску. Забезпечення нормативної подачі води здійснюється двома лляними рукавними лініями діаметром 66 мм довжиною по 120 м, з насадками на пожежних стволах діаметром 19 мм.

Відомості про зміну довжини рукавних ліній системи високого тиску та відстаней між пожежними гідрантами, залежно від термінів введення нових нормативних документів, наведені в табл. 2.7.

Таким чином, з табл. 2.7 видно динаміку застосування довжини напірної рукавної лінії, яка змінюється майже пропорційно зміні відстаней між пожежними гідрантами.

Діючими нормативними документами [38], особливості рукавних ліній при подачі води від водопроводів високого тиску не передбачені, а відстані між пожежними гідрантами на водопровідній мережі встановлюються розрахунком.

Нормативним документом [68] передбачено, що довжина напірних рукавних ліній з урахуванням висоти будівель при використанні протипожежного водопроводу низького тиску має бути не більшою, ніж 150 м, а високого – 100 м.

Таблиця 2.7

**Відомості про зміну технічних засобів подачі води від водопроводів високого тиску та відстаней між пожежними гідрантами**

Норми	Пожежні напірні рукави			Відстань між пожежними гідрантами, м
	вид	довжина, м	діаметр, мм	
[62]	непрогумовані, пенькові	100	63	80-120
[63]	непрогумовані, пенькові	100	65	не більше 100
[67]	непрогумовані	100	65	не більше 100
[69]	непрогумовані	125	66	не більше 150
[68]	непрогумовані	120	66	згідно з розрахунком але не більше 150
[52]	-	-	-	згідно з розрахунком
[51]	-	-	-	згідно з розрахунком
[38]	-	-	-	згідно з розрахунком

Вивчення та аналіз нормативних і літературних джерел щодо нормування встановлення пожежних гідрантів на водопровідних мережах показали наступне: відстань між пожежними гідрантами повинна бути не більшою, ніж 100 м – так стверджують автори робіт [47-49]. За [71] пожежні гідранти розташовують із пожежно-тактичних поглядів на відстані від 50 до 120 м один від одного, залежно від щільності забудови, пожежної небезпеки та цінності об'єктів, що має більш реалістичні вимоги. Відповідно до [72], для відбору води на пожежні потреби пожежні гідранти встановлюють на водопровідній мережі на відстані не більшій, ніж 150 м один від одного. В той же час за [62; 72], відстань між пожежними гідрантами приймається від 80 до 120 м, щоб до кожної точки можна було підвести воду рукавами довжиною 100 м, при мінімальній затраті часу на прокладку рукавів та найменших втратах напору в них.

Разом з тим, у документі [68] та роботах [40; 53; 56] чітко визначена відстань між пожежними гідрантами, яка має бути не більшою, ніж 150 м.

Загалом, кількість та частота розміщення пожежних гідрантів залежить, як від основних вимог нормативних документів, так і від місцевих особливостей: наявності будівель та споруд, які потребують додаткового захисту, щільності забудови та матеріалу з якого вона виконана, глибини промерзання ґрунту та рівня ґрунтових вод тощо.



Відповідно до діючого нормативного документу, відстань між гідрантами визначається розрахунком залежно від сумарної витрати води на пожежогасіння та пропускної спроможності встановленого типу гідранта [38].

В населених пунктах пожежні гідранти розміщують на перетинах вуличних проїздів таким чином, щоб гідрант, який розташовується біля перехрестя двох проїздів, міг обслужити якомога більшу кількість будівель. Крім того пожежні гідранти встановлюють на проїжджій частині або та вздовж доріг, під якими прокладені водопровідні мережі.

Як показує практика, пожежні гідранти встановлені на проїжджій частині дороги з часом заасфальтовують. Тільки за 2014 рік в результаті подібних дій втрачено 1 тис. 217 одиниць пожежних гідрантів [24].

Відповідно до вимог [51; 52], встановлення пожежних гідрантів на непроточних (тупикових) відгалуження від ліній водопроводу не допускається. У населених пунктах із числом жителів до 5 тис. осіб включ. і витратою води на зовнішнє пожежогасіння до 10 л/с включ. допускаються тупикові лінії довжиною більше ніж 200 м за умови влаштування протипожежних резервуарів або водойм, водонапірної башти або контррезервуару наприкінці тупика [38]. При цьому, лише [38] уточнено, що відгалуженням вважається відхилення (віднесення) осі гідранта від вертикальної осі магістрального водопроводу. Як бачимо вимоги де-яких документів мають суперечності між собою з певних питань та трактувань.

На мережі водопроводу населених пунктів з числом жителів до 500 осіб замість гідрантів допускається встановлювати стояки діаметром 80 мм з пожежними кранами [38; 51; 52]. На кого покладається відповідальність за матеріально-технічне забезпечення таких кранів пожежними руками та стволами, їх зберігання та обслуговування не оговорюється. Окрім того, не вирішено питання їх застосування для гасіння пожеж.

Автором роботи [40] пропонується для відбору води на господарські потреби в житловій зоні населених пунктів встановлювати водорозбірні колонки. Нормативним документом [38] оговорюється, що тиск у водопровідній мережі, при цьому, має бути не меншим, ніж 10 м водяного стовпа, а радіус дії кожної водорозбірної колонки не повинен перевищувати 100 м. Якими нормативами це передбачено і як здійснюється при цьому їх застосування для гасіння пожеж не відомо.

Для відбору води на господарські потреби, а також для цілей пожежогасіння, у житловій зоні населених пунктів застосовують гідрант-колонки. Відповідно до [54] відстань між гідрант-колонками має бути не більшою, ніж 150 м. Але при цьому автор [54] акцентує увагу на тому, що на тупиковій лінії допускається встановлювати не більше

п'яти гідрант-колонок. В такому випадку, при проведених розрахунках загальна довжина тупикової лінії може сягати від 600 до 900 м, що суперечить вимогам нормативних документів про допустиму довжину тупикових ліній – не більше 200 м [38; 51] Чому саме відстань між гідрант-колонками має бути 150 м за [54] не оговорено.

## **2.8. Особливості використання пожежних гідрантів у сусідніх закордонних державах**

Найменший діаметр труб, що застосовується в сільській місцевості Польщі і забезпечує нормативну витрату води на зовнішнє пожежогасіння 10 л/с становить 80 мм.

На відміну від нашої держави, на зовнішній водопровідній мережі Польщі встановлюють наземні гідранти (стояки) безколодязного типу і лише у випадку коли їх неможливо встановити, використовують підземні. Завдяки особливостям конструкції наземних гідрантів вони не замерзають взимку і знайшли широке застосування на всій території не тільки сусідньої держави, а й інших країн Європи, клімат яких практично не відрізняється від України (рис. 2.1), а інколи є й більш суворішим (наприклад північні регіони Польщі).



Рис. 2.1. Зовнішній вигляд наземного пожежного гідранта

Пожежні гідранти наземного типу з 1930 року застосовуються у м. Ужгород (період входження Підкарпатської Русі до складу Чехословацької Республіки).

Відповідно до [60; 61], у випадку коли витрата води на зовнішнє пожежогасіння не перевищує 20 л/с встановлюють гідранти діаметром 80 мм, в решті випадків – 100 мм. Тиск води в водопровідній мережі має бути не меншим, ніж 20 м вод. ст. – якщо вода з гідранта подається безпосередньо на гасіння пожежі і 10 м вод. ст. – якщо вода подається за допомогою пожежних насосів.

Відстань між гідрантами сільської місцевості Польщі регулюється відповідно до передбаченого генерального планування населеного пункту або існуючої щільності забудови. На забудованих територіях відстань між наземними пожежними гідрантами не повинна перевищувати 150 м. Відстані від гідрантів до будинків встановлюють залежно від величини теплового випромінювання під час пожежі будівель.

Наземні гідранти, що розташовані на водопровідній мережі відокремлюються від неї засувкою [60; 61].

Вивчення досвіду застосування наземних гідрантів, не лише у сусідній Польщі, показало, що така конструкція значно скорочує час оперативного розгортання пожежної обслуги, завдяки чому зменшуються втрати від пожежі. Їх легше віднайти під покривом снігу, бруду або у нічну пору доби. На них не встановлять транспортні засоби тощо [73; 74].

Отже, довжина напірних рукавних ліній при використанні водопроводів високого тиску необхідна не лише для забезпечення нормативних витрат та напорів для пожежогасіння житлових будівель на відповідній відстані від пожежних гідрантів з урахуванням висоти будівель, а й швидкістю та оперативністю її подачі. Це в першу чергу пов'язано з фізичними можливостями та чисельністю оперативної обслуги (розрахунку на пожежному автомобілі), задіяної при гасінні пожеж, а також характеристиками пожежних рукавів і водопровідної арматури.

Як бачимо, більш як за вісім десятиліть, нормування відстаней між пожежними гідрантами змінювалось час від часу, але чіткої відстані не встановлено. З'ясовано, що на сьогоднішній день відстані між гідрантами визначаються розрахунками залежно від сумарної витрати води на пожежогасіння та пропускну спроможності встановлюваного типу гідрантів.

Конструкцію пожежних гідрантів, які застосовуються в Україні, варто переглянути з огляду на матеріалоємність, зручність і оперативність застосування та обслуговування за аналогією сусідніх держав Європи.

## **2.9. Вимоги до водопровідних мереж**

Для водопостачання виробничих зон сільської місцевості, залежно від місцевих умов, приймають господарсько-питну, виробничу та протипожежну систему з подачею води на пожежогасіння від пожежних гідрантів, встановлених на кільцевій водопровідній мережі [58], що тим самим суперечить можливості встановлення гідрантів на

тупиковій мережі, передбаченої існуючими нормативними документами [38].

Розгалужені водопровідні мережі приймають для невеликих об'єктів водоспоживання, які допускають перерви у водопостачанні. Такі мережі доцільно влаштовувати при зосередженому водоспоживанні у віддалених одна від одної точках мережі. Розгалужені мережі є найбільш дешевими і знайшли своє застосування в залізничному водопостачанні та в сільських місцевостях. Однак в експлуатаційному відношенні такі мережі малонадійні, в зв'язку з тим, що аварія на будь-якій ділянці мережі може вивести з ладу більшу частину району, позбавивши його води. Тому такі мережі в водопроводах, які обслуговують протипожежні потреби, повинні мати довжину, що не перевищує 200 м, за умови наявності на кінці тупика споживача з постійним відбором води [38].

Кільцеві водопровідні мережі населених пунктів забезпечують безперервне водоспоживання, що гарантує можливість двостороннього постачання водою будь-якого споживача. Разом з тим довжина і вартість кільцевих мереж є більшою. В роботі [53] акцентується, що для протипожежних водопроводів влаштування кільцевих мереж обов'язкове.

Як бачимо, не існує єдиного підходу до нормування проектування та будівництва тупикових водопровідних мереж.

Окремі споживачі води можуть знаходитись на значних відстанях один від одного, влаштування кільцевих мереж, як звичайний захід забезпечення надійності водопостачання викличе значне подорожчання системи, що буде недоцільним для сільського населеного пункту з невеликою чисельністю мешканців.

У таких випадках влаштовують розгалужені системи водопровідних мереж. Для зменшення високих тисків в трубопроводах, які викликані великими втратами напору через їх значну довжину, в окремих вузлах мережі встановлюють резервуари, куди скидається вода [57]. Збільшення діаметру водопроводу призводить до збільшення капітальних витрат на будівництво водопровідної мережі. Оптимальні нормативні діаметри водопровідної мережі сільських населених пунктів та їх водовіддача на випадок пожежі (табл. 2.1) не спонукають до збільшення діаметрів трубопроводів [38; 45].

Глибина закладання водопровідних труб залежить від глибини промерзання ґрунту, температури води в трубах і режиму її подачі і є неоднаковою не лише в різних сільських районах, але й у самому населеному пункті.

Матеріал та клас міцності труб обирають з огляду на статичний розрахунок, агресивність ґрунту та води, герметичність, довговічність, шорсткість поверхні та різні умови експлуатації. Разом з тим, вони

мають забезпечувати можливість легкого, простого, швидкого і економічного монтажу та задовольняти вимоги найбільшої економічності.

В сучасних умовах використовуються наступні види труб: сталеві, чавунні, азбестоцементні, залізобетонні, пластмасові.

Сталеві труби мають високу міцність, порівняно невелику масу, високу пластичність, проте вони піддаються корозії, яка зменшує термін їх служби, а також призводить до зростання гідравлічного опору в процесі експлуатації. У разі застосування сталевих труб потрібно передбачати захист їх зовнішньої та внутрішньої поверхні від корозії.

Незважаючи на велику вартість, чавунні труби ефективно використовують на відповідальних ділянках та в складних умовах спорудження водопроводу. Вони мають великий асортимент та довговічність. Однак, як і у сталевих трубах, в процесі експлуатації збільшується їх гідравлічний опір, вони мають велику вагу та металомісткість, відносно низький робочий тиск, наявність великої кількості стиків.

Азбестоцементні труби мають кілька переваг: гладка внутрішня поверхня, антикорозійність, хороші гідравлічні характеристики і збільшений термін служби. Водночас вони погано витримують динамічні навантаження. В даний час азбестоцементні труби практично не використовують ще й з огляду на канцерогенні властивості азбесту.

На сьогоднішній час, при проектуванні нових водопровідних мереж перевагу, як правило, віддають пластмасовим трубам.

Для водопостачання сільських районів застосовують наступні види пластмасових труб: поліетиленові (ПЕ); полівінілхлоридні (ПВХ); поліпропіленові, фторопластові тощо. Такі труби мають переваги у порівнянні зі сталевими: більша еластичність, краще витримують вплив агресивних хімічних сполук, повільніше стираються, не бояться електрохімічної корозії та дії блукаючих струмів, мають хороші гідравлічні характеристики. Пластикові труби прокладають безпосередньо в ґрунті без спеціального захисту та ізоляції, вони важать у сім разів менше, ніж металеві труби аналогічного діаметра. Трудомісткість їх монтажу є у двічі-тричі меншою, порівняно зі сталевими. Гарантійний термін служби таких труб – 50 років, а витрати на прокладання та експлуатацію порівняно невеликі.

## **2.10. Способи подачі нормативної витрати води на гасіння пожеж в сільських населених пунктах**

Для забезпечення подачі нормативної витрати води 5 л/с від водопровідної мережі низького тиску, підрозділам пожежно-

рятувальної служби доводиться застосовувати пожежні автомобілі та різноманітні схеми її подачі: 2 ручні пожежні стволи РСП (або СРК) по 2,7 л/с (в сумі отримуємо 5,4 л/с – рис. 2.2, а, б).

Фактична витрата в ідеальному випадку майже на 10% перевищує нормативну.

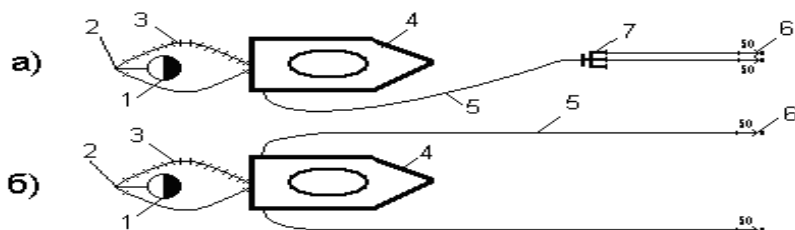


Рис. 2.2. Схеми подачі води від водопроводу низького тиску з витратою 5 л/с: 1 – пожежний гідрант; 2 – пожежна колонка; 3 – напірно-всмоктуючі пожежні рукави; 4 – пожежний автомобіль; 5 – напірні пожежні рукави; 6 – ручний пожежний ствол; 7 – пожежне розгалуження

Для забезпечення подачі нормативної витрати води 10 л/с від водопровідної мережі низького тиску, від пожежного автомобіля, встановленого на пожежний гідрант та пожежну колонку, подається один ручний пожежний ствол РСП-70 з витратою 7,4 л/с і один ручний пожежний ствол РСП (СРК) з витратою 2,7 л/с або ручний пожежний ствол РС-50 з витратою 3,7 л/с (див. рис. 2.3, а, б), або 3 ручні пожежні стволи РС-50 (див. рис. 2.3, в). В сумі отримуємо витрату відповідно 10,1 л/с та 11,1 л/с, що на 1% та 11% більша за нормативну.

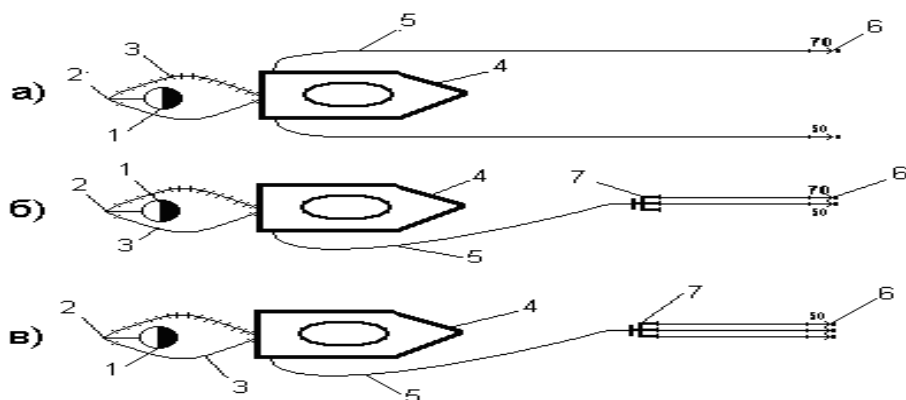


Рис. 2.3. Схеми подачі води від водопроводу низького тиску з витратою 10 л/с: 1 – пожежний гідрант; 2 – пожежна колонка; 3 – напірно-всмоктуючі пожежні рукави; 4 – пожежний автомобіль; 5 – напірні пожежні рукави; 6 – ручний пожежний ствол; 7 – пожежне розгалуження

Слід зауважити, що фактична витрата води може бути забезпечена лише за умови створення на ручному пожежному стволі напору від 40 до 60 м вод. стовпа. Щоб зменшити кількість магістральних напірних пожежних рукавів для подачі необхідних витрат, підрозділи пожежно-рятувальної служби використовують розгалуження, але при цьому необхідно враховувати, що лише в них напір води зменшується на 10 м вод. стовпа.

Як бачимо, такі схеми подачі води на пожежогасіння можливі тільки за умови застосуванням пожежної техніки і дещо перевищують встановлені нормативні витрати, на які розраховуються водопровідні мережі.

Але, окрім пожежної техніки, для застосування подібних схем необхідна додаткова чисельність особового складу пожежно-рятувального підрозділу (дві-три особи на один ручний пожежний ствол РСП-70, по одній-дві особи на ручний пожежний ствол РСП (СРК), РС-50 (через велику реактивну силу струменів води на виході зі стволів), одна особа на пожежне розгалуження, та одна – на кожні 100 м рукавних ліній, прокладених в одному напрямку) [45].

Як свідчать статистичні дані, на пожежній техніці, яка виїжджає на гасіння пожеж у сільську місцевість, реальна кількість оперативної обслуги становить 3-4 особи, що не відповідає нормативній чисельності 6-7 осіб розрахунку пожежного автомобіля за [45]. Отже, забезпечити подачу нормативних витрат води відповідно до вказаних схем (див рис. 2.2, 2.3) буде проблематично.

Таким чином, ці фактори ще раз підтверджують необхідність внесення змін до удосконалення механізму застосування водопровідних мереж та нормування витрат води для сільських населених пунктів де відсутні сили і засоби її подачі або обмежена їх чисельність.

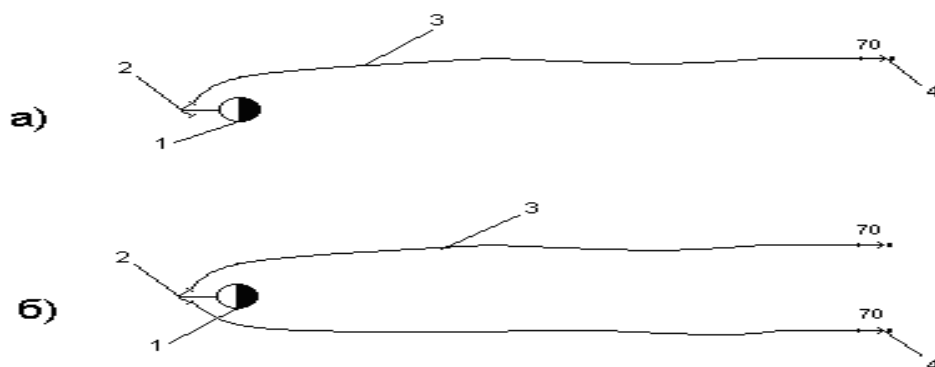


Рис. 2.4. Схеми подачі води від водопроводу високого тиску з витратою: а) – 5 л/с; б) – 10 л/с: 1 – пожежний гідрант; 2 – пожежна колонка; 3 – напірні пожежні рукави; 4 – ручний пожежний ствол

Для забезпечення подачі нормативних витрат води (5 та 10 л/с) від протипожежних водопроводів високого тиску через пожежний гідрант застосовується ручний пожежний ствол РС-70 з діаметром насадки 19 мм. Для забезпечення подачі води 5 л/с використовують один ручний пожежний ствол та рукавну пожежну лінію довжиною 120 м (див. рис. 2.4, а). Щоб забезпечити подачу 10 л/с використовують два ручні пожежні стволи з діаметром насадки 19 мм та дві рукавні пожежні лінії довжиною 120 м кожна (див. рис. 2.4, б).

Однією із умов нормативної подачі води відповідно вказаних схем (див. рис. 2.4 а, б) є розташування стволів на рівні найвищої точки найвищої будівлі, а висота компактного струменю води повинна бути не меншою, ніж 10 м. Однак, відповідно до табл. 13 [41] при висоті компактного струменю води 10 м зі ствола з діаметром насадки 19 мм забезпечується витрата води 4,6 л/с, що не відповідає нормативній витраті – 5 л/с.

Таким чином, враховуючи технічні характеристики та можливості технічних засобів, що перебувають на озброєнні підрозділів пожежної охорони (державної, місцевої тощо), забезпечити подачу нормативних витрат води від водопроводів низького або високого тиску є проблематичним. Фактична подача води (див. рис. 2.3, 2.4, табл. 1.7, 1.8) є або більшою або не досягає необхідного нормативного значення. Тим самим у першому випадку відбувається перенавантаження водопровідних мереж та обладнання, а у другому випадку – немає гарантії успішної та швидкої ліквідації пожежі.

## **2.11. Завдання щодо удосконалення протипожежного водопостачання та поліпшення протипожежного захисту населених пунктів сільської місцевості**

Об'єктивний аналіз стану забезпечення сільських населених пунктів централізованим водопостачанням, стану з пожежами та наслідками від них і організації пожежогасіння при цьому висвітлює комплексну загальнодержавну проблему забезпечення пожежної безпеки на селі.

Гасіння пожеж в сільській місцевості ускладнюється недостатньою кількістю пересувної пожежної техніки, невідповідністю матеріально-технічного забезпечення сил цивільного захисту системи ДСНС сучасним вимогам, незадовільним водопостачанням, віддаленістю державних пожежно-рятувальних підрозділів від окремих населених пунктів у сільській місцевості. Підрозділи місцевої пожежної охорони, що перебувають на утриманні об'єднаних територіальних громад знаходяться на стадії свого становлення. Шляхи між сільськими населеними пунктами часто не мають твердого покриття, заметені



снігом, що ускладнює пересування спеціального пожежного транспорту, особливо у весняно-осінній та зимовий період.

Очевидним є те, що чим триваліший час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів, тим збільшується площа пожежі, а значить збільшується і необхідна витрата води для її ліквідації. Разом з цим збільшуються матеріальні та соціальні збитки від пожеж.

Найбільша ефективність гасіння пожежі та рятування людей досягається у початковій стадії виникнення пожежі, тобто моменту до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

На державному рівні прийнято ряд Програм, постанов та рішень стосовно забезпечення водопостачанням сільських населених пунктів та реформування ДСНС України [23; 28]. Разом з тим, з огляду на зазначене, а також на ситуацію, що відбувається в державі у зв'язку з децентралізацією влади, зміни проходять досить повільно, у більшості випадків через брак фінансування. Урядом передбачено визначення необхідної кількості пожежно-рятувальних підрозділів (пожежних частин) місцевої і добровільної пожежної охорони в об'єднаних територіальних громадах, їх чисельності, місць дислокації з урахуванням часу прибуття до місця виклику (20 хвилин у сільській місцевості), фінансово-економічного обґрунтування їх створення і утримання [28]. Однак, не зважаючи на прийняті рішення та заходи, питання забезпечення пожежної безпеки й організації пожежогасіння у сільських населених пунктах та територіях залишається основною проблемою.

Встановлено, що питання застосування систем зовнішнього водопостачання для пожежогасіння у невеликих сільських населених пунктах практично не вивчалось, а враховуючи його важливість – потребує негайного вирішення.

Існуючі нормативні витрати води на гасіння пожеж, особливо у сільських населених пунктах, не змінювались з початку минулого століття. Нормативні витрати води на пожежогасіння, встановлені діючими нормативними документами, не відповідають технічній характеристиці існуючого пожежно-технічного обладнання, яке знаходиться на озброєнні державної пожежно-рятувальної служби і місцевої пожежної охорони і забезпечують її подачу.

При проектуванні, будівництві та експлуатації водопроводів низького тиску або застосуванні природних або штучних водойм для гасіння пожеж, у сільських населених пунктах мають передбачатись пожежні депо з пожежними автомобілями та нормативним радіусом виїзду 3 км дорогами загального користування або з нормативним часом прибуття до місця виклику [28; 30].

Водночас, у сільських населених пунктах де відсутня професійна пожежна охорона, допускається проектування та будівництво

водопроводів високого тиску [38]. В цьому випадку на території сільських населених пунктів слід передбачати пожежні пости з пожежною технікою. Однак, при цьому нормативними документами не обумовлено шляхи вирішення питання організації пожежогасіння та застосування водопроводів високого тиску для цілей пожежогасіння.

Відстань між пожежними гідрантами чітко встановлюється розрахунком залежно від пропускної здатності водопровідної арматури, тобто пожежного гідранта [38]. Окрім того, відстань між гідрантами залежить від довжини рукавних ліній та кількості і фізичних можливостей пожежних-рятувальників, що вказує на обов'язкову наявність протипожежних формувань в населеному пункті або в нормативному радіусі виїзду пожежного депо з виїзною технікою.

Таким чином, відсутність або недостатність сил, систем протипожежного захисту та технічних засобів пожежогасіння, а також невідповідність їх характеристик нормативним вимогам, призвело до низького рівня забезпечення пожежної безпеки у сільській місцевості.

Вирішення проблеми забезпечення необхідного рівня протипожежного захисту сільських населених пунктів, особливо з невеликою чисельністю мешканців, передбачається здійснити шляхом будівництва нових удосконалених централізованих систем водопостачання підвищеного тиску або реконструкцією існуючих з виконанням наступних завдань:

- провести оцінку напорів та коефіцієнтів опору на ручних пожежних стволах і дальності польоту струменю води при гасінні пожеж. Визначити найбільш ефективні технічні засоби (ручні пожежні стволи) подачі води;

- здійснити оцінку втрат напорів у пожежних рукавах при забезпечення подачі нормативних витрат води на гасіння пожеж;

- на основі даних про організацію гасіння пожеж у сільській місцевості, здійснити моделювання та прогнозування і оцінку фактичних витрат води на їх гасіння;

- запропонувати удосконалені системи протипожежного водопостачання підвищеного тиску;

- розробити Рекомендації щодо гасіння пожеж у сільській місцевості із застосуванням удосконалених протипожежних систем водопостачання підвищеного тиску.

### РОЗДІЛ 3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ОПЕРАТИВНОГО РЕАГУВАННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ НА ПОЖЕЖІ

### 3.1. Оцінка напорів та коефіцієнтів опору на ручних пожежних стволах і дальності польоту струменю води

Практика пожежогасіння показує, що його ефективність залежить від дальності польоту струменю та одержаної витрати води з пожежного ствола.

Серед багатьох факторів, що впливають на дальність польоту струменю та на отриману витрату води, найбільш вагоме значення мають діаметр насадки та коефіцієнт опору пожежного ствола і напір на насосі або у водопровідній мережі.

При постійному напорі далекобійність струменю води зі збільшенням діаметра насадки збільшується. Особливо це наочно видно під час порівняння роботи потужних неперекривних ручних пожежних стволів (РС-70) (див. рис. 1.19) та лафетних пожежних стволів.

Проведені дослідження напорів на ручних пожежних стволах, витрат води з них та дальності польоту струменів води показали та підтвердили твердження [41] про залежність цих показників від виду стволів, діаметру насадок та кута підйому пожежного ствола до горизонту. Ця залежність, на перший погляд, видається парадоксальною, оскільки відомо, що зі зменшенням діаметра насадки збільшується швидкість витікання води, а отже, і дальність польоту її струменю. Але в даному випадку маємо зворотне явище: збільшення дальності польоту струменю води при збільшенні діаметра насадки відбувається за рахунок збільшення кінетичної енергії струменя води. Енергія збільшується за рахунок маси або швидкості води, що виходить із насадки більшого діаметра пожежного ствола.

За формулою Козакова [56], для кожного діаметра насадки пожежного ствола можна визначити необхідний напір на пожежному стволі, при якому дальність польоту струменю води досягає свого максимального значення

$$H=1,4\sqrt{D_n} \text{ , м,} \quad (3.1)$$

де  $D_n$  – діаметр насадки пожежного ствола, м.

Існує пряма залежність між витратою води з пожежного ствола та діаметром його насадки. Чим більший діаметр насадки, тим менший її опір, отже, тим більша її провідність, тобто пропускна здатність. Аналогічна залежність існує між витратою води зі ствола і напором на насосі.

Експериментальні значення коефіцієнту опору на стволі визначено за формулою (44) [41]

$$H = S \times Q^2, \text{ звідки } S = \frac{H}{Q^2}, \text{ с}^2/\text{м}^5, \quad (3.2)$$

де  $H$  – отримане значення напору перед пожежним стволом за показами манометра, м вод. ст.;

$Q$  – витрата зі ствола,  $\text{м}^3/\text{с}$ , отримана за показами крильчастого водоміра ( $\text{м}^3$ ), розділених на час проходження через нього води (с).

Результати досліджень коефіцієнтів опору на пожежних стволах, проведені автором у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності [75], зведені в табл. 3.1.

Середні значення коефіцієнтів опорів на пожежних стволах визначено шляхом додавання отриманих експериментальних значень та ділення сумарного значення на кількість проведених досліджень для кожного ручного пожежного ствола окремо.

Табличні значення коефіцієнтів опорів на пожежних стволах РС-50 (діаметр насадки 13 мм) та РС-70 (діаметр насадки 19 мм) визначено за табл. 10 [41].

Табличні значення коефіцієнтів опорів на пожежних стволах СРК-50 та інших перекривних стволах відсутні.

Теоретичні значення коефіцієнтів опорів на пожежних стволах РС-50 (діаметр насадки 13 мм) та РС-70 (діаметр насадки 19 мм) визначено за допомогою формули (44) [41]

$$S = \frac{1}{\mu^2 \omega^2 2g}, \text{ с}^2/\text{м}^5, \quad (3.3)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт витрати, визначається за табл. 9 [41];

$\omega$  – площа перерізу отвору насадки пожежного ствола,  $\text{м}^2$ .

Теоретичні значення коефіцієнтів опорів на пожежних стволах СРК-50 визначити неможливо через змінність діаметрів отворів у конструкції ствола на шляху руху рідини в них.

Теоретичні та табличні значення коефіцієнтів опорів пожежних стволів мають відмінність через застосування коефіцієнта витрати

$\mu = 1,0$ , а не  $\mu = 0,94$  за табл. 9 [41].

Таблиця 3.1

**Результати дослідження коефіцієнтів опору на стволах**

Вид ствола	Витрата зі ствола, л/с			Напір на стволі, м вод. ст.			Коефіцієнт опору експеримент., с <sup>2</sup> ×м/л <sup>2</sup>			Коефіцієнт опору середній	Коефіцієнт опору табличний	Коефіцієнт опору теоретичний
	кут нахилу пожежного ствола											
	15°	30°	45°	15°	30°	45°	15°	30°	45°			
РС-50 Дн=13 мм	3,0	2,9	3,0	20	19	21	2,22	2,26	2,33	2,55	2,89	3,08
	3,2	3,3	3,2	27	28	27	2,64	2,57	2,63			
	3,6	3,7	3,5	33	34	33	2,55	2,48	2,69			
	4,0	3,8	3,9	43	41	42	2,69	2,83	2,76			
РС-70 Дн=19 мм	5,0	4,7	4,8	14	13	13	0,56	0,589	0,564	0,58	0,634	0,676
	5,5	5,0	5,3	16	15	16	0,53	0,6	0,569			
	6,0	6,0	6,1	21	20	22	0,583	0,556	0,591			
	7,3	7,2	7,4	32	31	33	0,6	0,62	0,6			
СРК-50 полож. руків'я вперед	2,0	1,9	2,0	16	16	16	4,0	4,43	4,0	4,31	-	-
	2,4	2,3	2,3	23	24	24	3,99	4,54	4,54			
	2,9	2,8	2,8	35	36	36	4,16	4,59	4,59			
	3,3	3,2	3,3	47	45	46	4,31	4,39	4,22			
СРК -50 полож. руків'я назад	1,9	1,8	1,9	16	15	17	4,43	4,63	4,7	4,76	-	-
	2,3	2,2	2,3	26	24	25	4,92	4,96	4,73			
	2,8	2,7	2,7	37	36	36	4,72	4,94	4,93			
	3,2	3,1	3,2	48	46	48	4,69	4,78	4,69			
СРК -50 розпилен.	1,4	1,5	1,5	17	18	19	8,67	8,0	8,44	8,38	-	-
	1,9	1,8	1,8	29	29	29	8,03	8,95	8,95			
	2,2	2,1	2,1	38	36	37	7,85	8,16	8,39			
	2,4	2,5	2,4	49	50	50	8,51	8,0	8,69			

Теоретичні значення напорів на пожежних стволах визначено за формулою

$$H = \frac{H_{\kappa}}{1 - \varphi H_{\epsilon}} = \frac{H_{\kappa}}{f \left( 1 - \varphi \frac{H_{\kappa}}{f} \right)}, \text{ м}, \quad (3.4)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт насадок пожежних стволів, визначено за табл. 11 [41] залежно від їх діаметра  $d$ :

$d$ , мм	13	16	19	22	25
$\varphi$	0,0165	0,0129	0,0097	0,0077	0,0061

$f$  – коефіцієнт, що змінюється залежно від величини висоти компактного струменю води і визначається за дослідями В. Лобачова, що зведено до табл. 13 [41]:

$H_{\text{в}}$ , м	7	10	15	20	25	30
$f$	0,84	0,83	0,81	0,76	0,67	0,54

$H_{\kappa}$  – величина компактного струменю води (м), визначено за формулою на стор. 70 [41]:

$$H_{\kappa} = f \times H_{\text{в}}, \quad (3.5)$$

де  $H_{\text{в}}$  – висота струменю води, м, визначена за формулою на стор. 71 [41]:

$$H_{\text{в}} = \frac{R_p}{\beta}, \quad (3.6)$$

де  $R_p$  – радіус дії струменю води разом з роздрібненою частиною, м, визначено експериментально;

$\beta$  – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу струменю води до горизонту ( $\alpha$ ) і визначено за табл. 14 [41]:

Кут нахилу $R_p$ до горизонту $\alpha$ , град	0	15	30	45	60	75	90
$\beta$	1,4	1,3	1,2	1,12	1,07	1,03	1,0

Тоді величина компактного струменя води прийме вигляд

$$H_{\kappa} = \frac{R_p f}{\beta}. \quad (3.7)$$

Маючи експериментально визначене значення радіуса дії струменю води (враховуючи також його роздріблену частину) для

кожного пожежного ствола при різних напорах та різних кутах нахилу струменю води до горизонту, користуючись формулами (3.4-3.7) отримано значення напорів на пожежних стволах, які зведено до табл. 3.2.

Таблиця 3.2

**Результати дослідження напорів на стволах та дальності польоту струменю**

Вид ствола	Напір на стволі, м вод. ст. експериментальний при куті нахилу			Напір на стволі, м вод. ст. теоретичний при куті нахилу			Радіус дії струменю експериментальний при куті нахилу, м		
	15°	30°	45°	15°	30°	45°	15°	30°	45°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РС-50 Дн=13 мм	20	19	21	20,6	19,9	22	20	18	17
	27	28	27	26,5	29,8	27	24	24	21
	33	34	33	33,2	35,4	33	28	27	24
	43	41	42	42,4	42,5	42,5	33	30	28
РС-70 Дн=19 мм	14	13	13	13,8	14,2	16,6	17	17,5	16
	16	15	16	16,9	16,3	17,2	19	22	19
	21	20	22	21,3	21	20,4	24	27	24
	32	31	33	32,3	30,2	31,5	28	34	30
СРК-50 положення руків'я вперед	16	16	16	-	-	-	18	17	16
	23	24	24	-	-	-	21	20	19
	35	36	36	-	-	-	24	23	22
	47	45	46	-	-	-	26	25	24
СРК-50 положення руків'я назад	16	15	17	-	-	-	16	15	15
	26	24	25	-	-	-	19	18	17
	37	36	36	-	-	-	22	20	19
	48	46	48	-	-	-	29	27	25
СРК-50 розпилений струмінь	17	18	19	-	-	-	13	12	10
	29	29	29	-	-	-	14	13	10
	38	36	37	-	-	-	14	12	10
	49	50	50	-	-	-	13	12	10

При пожежогасінні найчастіше застосовують не розпилені частини струменів води, а компактні. При чому довжина компактних струменів при застосуванні ручних пожежних стволів має бути не менше 17 м. Але основною умовою отримання таких струменів має бути створення напору перед стволом від 25 до 33 м вод. стовпа [41].

Для визначення необхідних напорів на стволах при використанні для цілей пожежогасіння протипожежних водопроводів високого тиску застосовують поняття «висоти компактного струменя води». Нормами [38] передбачено, що висота компактного струменя води має бути не менше 10 м.

Теоретичні значення напорів на стволах при висоті компактного струменю води 6, 7, 8, 10 м та куті нахилу струменя води  $\alpha = 90^\circ$  (H)

(тобто перпендикулярно до горизонту) визначено за допомогою формул (3.4-3.7).

Теоретичні значення витрат води зі стволів при тих же умовах визначено шляхом застосування формули (3.2), з якої витрата зі ствола визначається як

$$Q = \sqrt{\frac{H}{S}}, \text{ л/с,} \quad (3.8)$$

де  $S$  – табличне значення коефіцієнту опору на пожежному стволі,  $\text{с}^2 \times \text{м/л}^2$  (див. табл. 10 [41]):

Діаметр насадки d, мм	13	16	19	22	25
Опір насадки S, $\text{с}^2 \times \text{м/л}^2$	2,89	1,26	0,634	0,353	0,212

Результати досліджень та обрахунків зведено до табл. 3.3-3.6.

Таблиця 3.3

**Результати дослідження напорів на стволах та витрати води при висоті компактного струменю 6 м**

Вид ствола	Витрата зі ствола, л/с					Напір на стволі, м вод. ст.				
	експериментальна				теоретич	експериментальний				теоретич.
	I	II	III	сер.		I	II	III	сер.	
РС-50 Дн=13 мм	1,5	1,5	1,6	1,53	1,6	7	7	8	7,3	8,1
РС-70 Дн=19 мм	3,5	3,6	3,5	3,53	3,48	8	9	8	8,67	7,7
СРК-50 положення руків'я вперед	1,1	1,1	1,0	1,73	-	8	8	7	7,67	-
СРК-50 положення руків'я назад	1,2	1,1	1,1	1,13	-	8	8	8	8	-

Таблиця 3.4

**Результати дослідження напорів на стволах та витрати води при висоті компактного струменю 7 м**

Вид ствола	Витрата зі ствола, л/с					Напір на стволі, м вод. ст.				
	експериментальна				теоретич	експериментальна				теорет.
	I	II	III	сер.		I	II	III	сер.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
РС-50 Дн=13 мм	1,8	1,9	1,9	1,86	1,83	9	10	10	9,67	9,7
РС-70 Дн=19 мм	3,6	3,7	3,7	3,67	3,7	9	10	10	9,67	9,1



продовження табл. 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
СРК-50 положення руків'я вперед	1,3	1,4	1,3	1,33	-	10	11	10	10,3	-
СРК-50 положення руків'я назад	1,3	1,3	1,4	1,33	-	11	10	11	10,67	-

Таблиця 3.5

**Результати дослідження напорів на стволах та витрати води  
при висоті компактного струменю 8 м**

Вид ствола	Витрата зі ствола, л/с					Напір на стволі, м вод. ст.				
	експериментальна				теорет.	експериментальн.				теорет.
	I	II	III	сер.		I	II	III	сер.	
РС-50 Дн=13 мм	2,0	1,9	2,0	1,96	1,97	12	11	12	11,67	10,6
РС-70 Дн=19 мм	4,0	4,2	4,1	4,1	4,1	10	11	11	10,67	10,6
СРК-50 положення руків'я вперед	1,5	1,6	1,5	1,53	-	12	11	11	11,3	-
СРК-50 положення руків'я назад	1,4	1,4	1,5	1,43	-	11	12	11	11,3	-

Таблиця 3.6

**Результати дослідження напорів на стволах та витрати води  
при висоті компактного струменю 10 м**

Вид ствола	Витрата зі ствола, л/с					Напір на стволі, м вод. ст.				
	експериментальна				теорет.	експериментальн.				теорет.
	I	II	III	сер.		I	II	III	сер.	
РС-50 Дн=13 мм	2,2	2,4	2,3	2,3	2,3	13	15	14	14	15,3
РС-70 Дн=19 мм	4,5	4,4	4,5	4,47	4,6	12	11	12	11,67	13,9
СРК-50 положення руків'я вперед	1,8	1,7	1,7	1,73	-	14	13	14	13,67	-
СРК-50 положення руків'я назад	1,5	1,6	1,5	1,47	-	11	13	12	12	-

Значення напору ( $H$ ) перед неперекривними (прямоточними) пожежними стволами та витрати води ( $Q$ ), залежно від радіусу компактного струменя води ( $R_K$ ) для ручних пожежних стволів досліджувались авторами [41]. Як показали експериментальні

дослідження, табличні значення на 97-98% відповідають експериментальним значенням.

Враховуючи технічні характеристики (великі коефіцієнти опору) та конструктивні особливості перекривних пожежних стволів (табл. 1.7, рис. 1.18) (наявність змінних діаметрів перехідних отворів на шляху руху води) і результати експериментальних досліджень показали, що застосовувати їх в системах пожежогасіння без застосування пересувних пожежних насосів недоцільно. Окрім того, вказані пожежні стволи можна застосовувати для пожежогасіння від систем водопроводів високого тиску. Однак, як було встановлено вище, нормативними документами не визначено порядок застосування вказаних систем для гасіння пожеж.

Відповідно до вимог п. 8.7 [76], довжина і радіус дії компактного струменю води внутрішнього протипожежного водопроводу для житлових будинків має становити не менше 6 м. Таке припущення було зроблено для гасіння внутрішніх пожеж у сільських будинках та спорудах, які не вийшли за межі будівель, тобто у початковий момент виникнення пожеж (до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів).

Виходячи із технічних характеристик пожежних стволів РС-50 і РС-70 (табл. 1.8, рис. 1.19) та результатів експериментальних досліджень, висота компактного струменю води зі ствола РС-70 (діаметр насадки 19 мм) при витраті води 3,7 л/с та напорі на стволі 9,1 м приймається 7 м (див. табл. 3.4), що перевищує запропоноване значення довжини компактного струменя води 6 м, передбачене [76].

Користуючись вищенаведеними результатами досліджень, виходячи з технічних і економічних характеристик пожежно-технічного обладнання та характеристик водопроводу з встановленою на ньому арматурою, можна зробити висновок про можливість розробки різноманітних удосконалених систем водопостачання підвищеного тиску та їх використання для цілей пожежогасіння в сільських населених пунктах.

### **3.2. Оцінка нормування відстаней між пожежними гідрантами**

Для визначення відстаней між пожежними гідрантами автором проведено дослідження часу встановлення пожежного автомобіля на пожежний гідрант та розгортання пожежно-технічного обладнання різноманітними групами курсантів та студентів Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

Для досліджень були обрані курсанти першого та другого курсів, які вже мають певний рівень підготовки та досвід встановлення пожежного автомобіля на пожежний гідрант і оперативного

розгортання пожежних рукавів, а також початківці (абітурієнти), які не мали досвіду роботи з пожежно-технічним обладнанням.

Групи курсантів (особовий склад), що приймали участь в експериментальних дослідженнях складались із чотирьох осіб, тобто їх кількість приблизно відповідала фактичній чисельності розрахунку караулів пожежно-рятувальних підрозділів, які залучаються до ліквідації пожеж. Під час проведення досліджень, учасники експерименту (досвідчені групи і початківці) були в однакових умовах фізичного та психологічного навантаження.

Виконання вправ учасниками експерименту здійснювалось при розгортанні трьох, чотирьох та шести пожежних рукавів діаметром 66 мм по 20 м кожен, за двох умов:

➤ I умова – пожежна колонка встановлена на пожежному гідранті, а особовий склад знаходився на відстані 20 м від пожежного гідранта;

➤ II умова – все обладнання і особовий склад знаходились на відстані 20 м від пожежного гідранта, закритого кришкою.

Необхідно звернути увагу, що за допомогою умови I була спроба здійснити імітацію наземного пожежного гідранта.

Результати досліджень, проведених різноманітними групами, щодо часу розгортання рукавних ліній заданої довжини, відображено в табл. 3.7 та 3.8 та на рис. 3.1, 3.2.

Таблиця 3.7

**Результати досліджень часу розгортання пожежних рукавів при виконанні умови I**

№ з/п	К-ть рукавів	Початківці				I курс				II курс			
		Час, с I	Час, с II	Час, с III	Час, с сер.	Час, с I	Час, с II	Час, с III	Час, с сер.	Час, с I	Час, с II	Час, с III	Час, с сер.
1	Три	50	56	48	51,3	26	28	24	26	24	26	25	25
2	Чотири	72	58	60	63,3	33	30	25	29,3	29	29	28	28,7
3	Шість	81	86	70	79	47	40	45	44	46	44	45	45

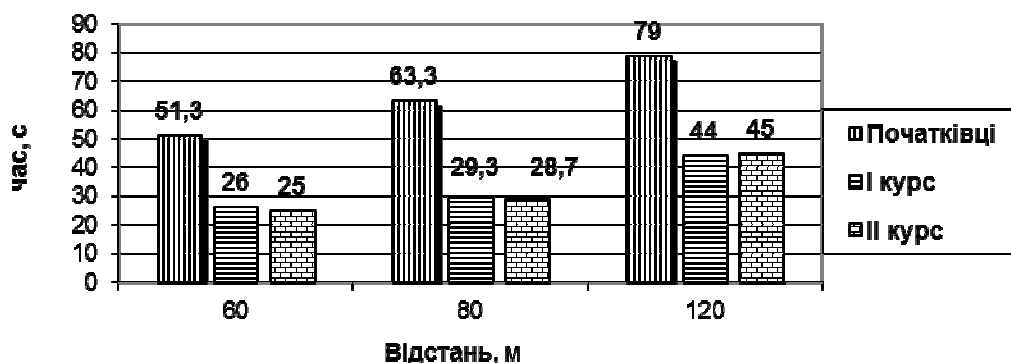


Рис. 3.1. Гістограма розподілу часу розгортання пожежних рукавів різними групами при виконанні умови I

Таблиця 3.8

**Результати досліджень часу розгортання пожежних рукавів та встановлення пожежної колонки на гідрант при виконанні умови II**

№ з/п	К-ть рукавів	Початківці				I курс				II курс			
		Час, с I	Час, с II	Час, с III	Час, с середній	Час, с I	Час, с II	Час, с III	Час, с середній	Час, с I	Час, с II	Час, с III	Час, с середній
1	Три	60	65	62	63	34	38	36	36	36	37	35	36
2	Чотири	82	85	80	82,3	33	35	40	36	35	36	40	37
3	Шість	100	98	104	100,7	45	49	48	47,3	48	46	47	47

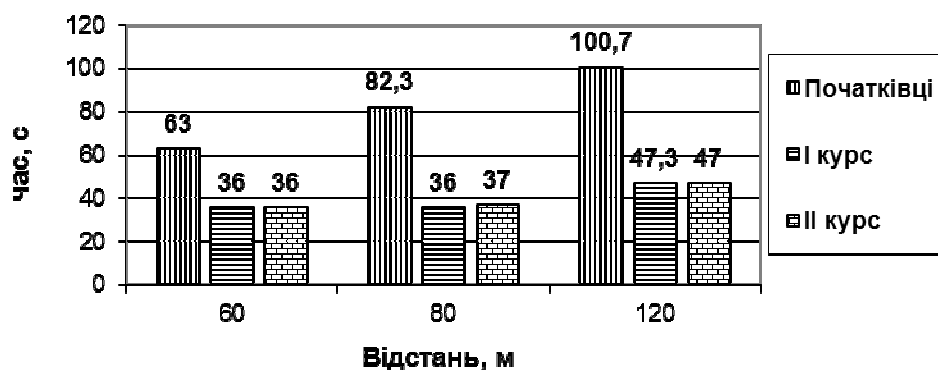


Рис. 3.2. Гістограма розподілу часу розгортання пожежних рукавів та встановлення пожежної колонки на гідрант при виконанні умови II

За результатами досліджень було з'ясовано, що швидкість розгортання різноманітних груп залежить від професійної підготовки учасників експерименту, їх психологічного стану та навичок роботи з пожежно-технічним обладнанням.

Як видно (див. рис. 3.1, 3.2), група початківців справлялась з поставленою задачею дещо з більшим часом. Окрім того, до уваги слід брати їх фізичні можливості, швидку втомлюваність та незлагодженість під час виконання вправ, тощо.

В цілому малокваліфіковані пожежні-рятувальники або пожежні-добровольці чи волонтери на громадських засадах можуть розгорнути пожежний рукав довжиною 60 м приблизно за той же час, який необхідний для розгортання рукавів довжиною 120 м кваліфікованими пожежними-рятувальниками.

Отже, для ліквідації пожеж у сільських населених пунктах із залученням добровільних протипожежних формувань, громадськості або волонтерів, що не мають навичок роботи з пожежно-технічним обладнанням, довжина рукавних ліній має бути з трьох рукавів, тобто, не більшою, ніж 60 м [77].

Довжина пожежних рукавів, що застосовуються для гасіння пожеж впливає також на відстань між пожежними гідрантами. Так, документом [69] стверджується, що при застосуванні довжини пожежних рукавів до 100 м, відстань між пожежними гідрантами приймалась до 100 м. При подальшій модернізації пожежної техніки і професійній підготовці та удосконаленні навичок пожежних-рятувальників, нормативна довжина рукавів та відстань між гідрантами, з роками, збільшувалась.

На сьогодні, за існуючими нормативними документами [38], довжина рукавів становить до 200 м, залежно від типу техніки (автоцистерни чи автонасоси або мотопомпи), що застосовується для подачі води на гасіння пожеж.

Тобто за таких умов, гасіння пожеж має здійснюватися виключно із застосуванням пересувної пожежної техніки з пожежними насосами. Разом з тим, у разі забезпечення вимог вказаних нормативних документів, має передбачатись будівництво пожежних депо та пожежних постів з радіусом виїзду до 3 км практично у всіх населених пунктах сільської місцевості, що є неможливим.

### **3.3. Оцінка втрати напорів у пожежних рукавах**

Як в існуючому нормативному документі [38] так і у попередніх [51; 52], для визначення втрат напорів у пожежних рукавах застосовують значення питомого опору пенькового непрогумованого пожежного рукава діаметром 66 мм.

Питомий опір одного метра такого пожежного рукава становить  $A_p=0,00385 \text{ с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$ , але на сьогоднішній день у практиці пожежогасіння він не застосовується і промисловістю не випускається. В даний час підрозділами пожежної охорони (державної, місцевої, відомчої, добровільної) використовуються прогумовані або латексні пожежні рукави.

Табличне значення питомого опору одного метра латексного чи прогумованого пожежного рукава діаметром 66 мм за табл. 8 [41] становить  $A_p=0,0017 \text{ с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$ :

d, мм	Рукави прогумовані		Рукави непрогумовані	
	Опір одного рукава довжиною 20 м, $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$	Питомий опір пожежного рукава, $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$	Опір одного рукава довжиною 20 м, $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$	Питомий опір одного метра пожежного рукава, $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$
51	0,13	0,0065	0,24	0,012
66	0,044	0,0017	0,077	0,00385
77	0,015	0,00075	0,03	0,0015
89	0,007	0,000035	-	-

Результати дослідження втрат напорів у пожежних рукавах відображено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

**Результати дослідження втрат напорів в пожежних рукавах**

Діаметр рукава, мм	Покази манометром, м вод. ст.		Витрата води $Q$ , л/с	Довжина рукава $l$ , м	Експериментальний к-т питомого опору $A_p$ , $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$	Середнє значення к-ту питомого опору $A_p$ , $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$	Табличне значення к-ту питомого опору $A_p$ , $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$	Аналітичне значення к-ту питомого опору $A_p$ , $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$
	$h_{\text{поч}}$	$h_{\text{кінц}}$						
51	27	26	3,2	20	0,0049	0,0063	0,0065	0,0046
	33	31	3,6	20	0,0077			0,0044
	42	40	4,0	20	0,0063			0,0043
66	20	19	5,8	20	0,0015	0,00163	0,0017	0,0012
	31	29	7,0	20	0,002			0,0011
	42	40	8,5	20	0,0014			0,00106
77	22	21,5	6,2	20	0,00065	0,00079	0,00075	0,00055
	30	29	7,5	20	0,00089			0,00052
	43	41,5	9,5	20	0,00083			0,0005

Експериментальні значення коефіцієнту питомого опору одного метра пожежного рукава визначено виходячи з формули (27) [41]

$$A_p = \frac{h_{\text{поч.}} - h_{\text{кінц.}}}{l \cdot Q^2}, \text{ с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2, \quad (3.9)$$

де  $h_{\text{поч.}}$  та  $h_{\text{кінц.}}$  – напори визначені за показами манометрів відповідно перед пожежним рукавом та після нього, м;

$l$  – довжина пожежного рукава, що випробовується, м;

$Q$  – витрата води, що проходить через пожежний рукав і визначається за показами крильчастого водоміра, л/с.

Середні значення коефіцієнтів питомих опорів пожежних рукавів визначено шляхом додавання отриманих експериментальних значень та ділення сумарного значення на кількість проведених досліджень для кожного виду пожежного рукава окремо.

Табличні значення коефіцієнтів питомих опорів пожежних рукавів залежно від виду та діаметру визначено за таблицею 8 [41].

Аналітичні значення коефіцієнтів питомих опорів пожежних рукавів визначено за допомогою формули на стор. 41 [41]

$$A_p = \frac{8\lambda}{\pi^2 g d^5}, \text{ с}^2 / \text{м}^6, \quad (3.10)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного тертя, що залежить від матеріалу та стану рукавів і є величиною постійною, яка визначається завчасно;

$d$  – діаметр пожежного рукава, м;

$g$  – прискорення сили тяжіння,  $9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Коефіцієнт гідравлічного тертя  $\lambda$  визначено за формулою А. Д. Альтшуля [41]

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{68}{\text{Re}} + \frac{\Delta_{\text{екв}}}{d} \right)^{0,25}, \quad (3.11)$$

де  $\Delta_{\text{екв}}$  – еквівалентна шорсткість пожежних рукавів, мм. Визначено за таблицею 1.2 додатку [78] і становить 0,003 мм для пожежних прогумованих рукавів;

$d$  – діаметр пожежного рукава, м;

Re – число Рейнольдса. Визначено за формулою на стор. 27 [41]

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu}, \quad (3.12)$$

де  $Q$  – витрата води, м<sup>3</sup>/с;

$d$  – діаметр пожежного рукава, м;

$\nu$  – кінематична в'язкість води, м<sup>2</sup>/с. Визначено за таблицею 1.1 додатка [78] і при температурі 20° С становить  $1,01 \times 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

Як показали результати досліджень, отримані значення питомих опорів прогумованих пожежних рукавів відповідають табличним та розрахунковим даним.

Перерахунки втрат напору за умови використання прогумованих рукавів замість пенкових (лляних) пожежних рукавів наведено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

**Розрахунок втрат напору в пожежних рукавах**

Найменування показника	За існуючими нормами	Запропоновані варіанти	
Питомий опір одного метра напірного пожежного рукава діаметром 66 мм $A_p$ , с <sup>2</sup> ·м <sup>2</sup> /л <sup>2</sup>	0,00385	0,0017	0,0017
Довжина рукавної лінії, м	120	120	60
Діаметр насадки ствола, мм	19	19	19
Розрахункові витрати води зі ствола, л/с	5	5	3,7
Втрати напору в рукавній лінії $h_p = A_p \times Q^2 \times L$ , м	11,55	5,1	1,4

Як видно з табл. 3.10, при одних і тих же умовах застосування пожежних рукавів діаметром 66 мм та подачі 5 л/с витрат аоди на гасіння пожеж, втрати напору в прогумованих пожежних рукавах майже у 2,3 рази менші і складають 5,1 м, порівняно з 11,55 м – при застосуванні непрогумованих (лляних) пожежних рукавів.

При зменшенні витрат води до 3,7 л/с та довжини рукавів напірної пожежної рукавної лінії до 60 м, втрати напору взагалі становлять 1,4 м.

Напір у водопровідній мережі високого тиску перед пожежним гідрантом ( $H$ ) розраховано за формулою

$$H = h_z + h_k + h_{p.l.} + h_{ств.} + H_{бюд.}, \quad (3.13)$$



де  $h_z$  – втрати напору в пожежному гідранті, м, визначено за формулою

$$h_z = S_z \cdot Q^2, \quad (3.14)$$

де  $S_z$  – коефіцієнт опору пожежного гідранта,  $\text{с}^2 \times \text{м} / \text{л}^2$ . Визначено за таблицею [79]: для висоти гідранта 1 м становить  $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ с}^2 \times \text{м} / \text{л}^2$ ; для висоти гідранта 1,5 м –  $1,21 \cdot 10^{-3} \text{ с}^2 \times \text{м} / \text{л}^2$ ;

$Q$  – витрата води, що проходить через гідрант, л/с;

$h_k$  – втрати напору в пожежній колонці, м. Визначено за формулою

$$h_k = S_k \cdot Q^2, \quad (3.15)$$

де  $S_k$  – коефіцієнт опору пожежної колонки,  $\text{с}^2 \times \text{м} / \text{л}^2$ . Визначено за таблицею 7 [41] і становить  $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}^2 \times \text{м} / \text{л}^2$ ;

$h_{p.l.}$  – втрати напору в рукавних лініях, м, визначено за формулою

$$h_{p.l.} = A_{p.l.} \cdot l \cdot Q^2, \quad (3.16)$$

де  $A_{p.l.}$  – питомий опір одного метра напірного пожежного рукава,  $\text{с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$ . Визначено за таблицею 8 [41] для прогумованих напірних пожежних рукавів діаметром 66 мм становить  $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ с}^2 \times \text{м}^2 / \text{л}^2$ ;

$l$  – довжина напірної пожежної лінії, м, приймається 60 м;

$Q$  – нормативна витрата води, що проходить через рукавну лінію, л/с;

$h_{ств.}$  – втрати напору на пожежному стволі при висоті компактного струменю води 7 м (відповідно до проведених досліджень (див. табл. 3.4), м. Визначено за формулою

$$h_{ств.} = S_{ств.} \cdot Q^2, \quad (3.17)$$

де  $S_{ств.}$  – коефіцієнт опору пожежного ствола,  $\text{с}^2 \times \text{м} / \text{л}^2$ . Визначено за таблицею 10 [41] і становить:  $2,89 \text{ с}^2 \times \text{м} / \text{л}^2$  – для прямооточного

неперекривного ручного пожежного ствола РС-50 з діаметром насадки 13 мм;  $0,634 \text{ с}^2 \times \text{м/л}^2$  – для прямооточного неперекривного ручного пожежного ствола РС-70 з діаметром насадки 19 мм;

$Q$  – нормативна витрата води зі ствола, л/с;

$H_{\text{бюд.}}$  – висота найвищої точки крівлі самого високого будинку, м.

Використовуючи формули (3.13-3.17) та підставляючи відповідні значення визначено втрати напорів в пожежному гідранті  $h_{\text{г}}$ , пожежній колонці  $h_{\text{к}}$  та пожежному стволі РС-70  $h_{\text{ств.}}$ , які зведено до табл. 3.11.

Таблиця 3.11

**Результати визначення втрат напорів у пожежному гідранті, пожежній колонці та пожежному стволі**

Втрати напору, м	Коефіцієнт місцевого опору, $\text{с}^2 \times \text{м/л}^2$	Витрата води 3,7 л/с	Витрата води $2 \times 3,7$ л/с
$h_{\text{г}} = S_{\text{г}} \cdot Q^2$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,0016	0,0066
$h_{\text{к}} = S_{\text{к}} \cdot Q^2$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	0,048	0,19
$h_{\text{ств.}} = S_{\text{ств.}} \cdot Q^2$	0,58	7,94	7,94

Використовуючи формулу (3.13), визначено вільний напір перед пожежним гідрантом. Для витрати води на пожежогасіння 3,7 л/с через один пожежний ствол РС-70 з діаметром насадки 19 мм при подачі її однією рукавною лінією довжиною 60 м (див. рис. 2.4, а, табл. 3.10) становить

$$H = 9,34 + H_{\text{бюд.}}, \text{ м.} \quad (3.18)$$

За тих же умов, вільний напір перед пожежним гідрантом для витрати води 7,4 л/с через два пожежні стволи РС-70 (по 3,7 л/с з кожного) з діаметром насадки 19 мм та подачею води двома рукавними лініями довжиною 60 м кожна (див. рис. 2.4, б, табл. 3.10) становить

$$H = 9,54 + H_{\text{бюд.}}, \text{ м} \quad (3.19)$$

Як видно, вільні напори за формулами (3.18), (3.19) перед пожежним гідрантом значно менші тих, що застосовувались раніше (2.7), тобто  $H = 28 + H_{\text{бюд.}}, \text{ м.}$

Отже, при запропонованих і обґрунтованих витратах води на пожежогасіння та довжині рукавних ліній втрати напору в прогумованих пожежних рукавах діаметром 66 мм становлять лише 1,4 м.

Порівнюючи значення величин вільних напорів ( $H$ ) за формулами (3.18), (3.19), можна зробити висновок про те, що існує можливість створення необхідних напорів у водопровідній мережі значно меншими затратами, ніж на будівництво водопроводів високого тиску. Такі необхідні напори будуть створені системами підвищеного тиску за рахунок розміщення висоти бака водонапірної башти або висоти розміщення самої башти на високій точці рельєфу місцевості. Оскільки для невеликих сільських населених пунктів характерними є будівлі до двох поверхів, вказані системи будуть забезпечувати гасіння пожеж за прикладом водопроводів високого тиску, тобто без застосування виїзної пожежної техніки.

Таким чином, для гасіння пожеж у сільських населених пунктах з невеликою чисельністю мешканців пропонується влаштування протипожежних водопроводів підвищеного тиску у яких вільний напір біля пожежного гідранта має становити  $9,34 + H_{\text{буд.}}$ , м або  $9,54 + H_{\text{буд.}}$  (м), залежно від кількості мешканців у сільському населеному пункті. Вказані вільні напори значно менші передбачених існуючими нормативними документами і можуть створюватися без додаткових фінансових і матеріальних затрат.

### **3.4. Визначення відстаней між пожежними гідрантами**

За діючими нормами [38] подача води на гасіння пожежі для сільських населених пунктів з невеликою чисельністю мешканців передбачається від одного пожежного гідранта з запропонованою схемою гасіння пожежі, яка зображена на рис. 3.3 [77].

Тобто, одна половина ділянки забезпечується водою від одного пожежного гідранта, а інша половина – від сусіднього. Можна припустити, що рукавні лінії проходять вздовж дороги від пожежного гідранта до середини самої дальньої від нього ділянки садиби, а далі повертають у напрямку самого дальнього кутка надвірної побудови, яка знаходиться від дороги на відстані  $s$ .

Приймаючи розміри будівель за  $a \times b$  ( $a$  – розмір вздовж дороги,  $b$  – розмір впоперек дороги),  $a_1$  – ширина садиби вздовж дороги, яку можна виразити через коефіцієнт кратності  $n$ , тобто ця ширина дорівнює  $n \times a$  (див. рис. 3.3).

Кількість садиб вздовж дороги між двома сусідніми пожежними гідрантами приймається  $N$ , тоді відстань між пожежними гідрантами дорівнює  $N \times n \times a$ .

Із урахуванням збільшення довжини рукавної лінії на 20% через нерівності її місцевості та рельєф, а також необхідності обходити перешкоди отримуємо її довжину

$$L = 1,2(0,5 \cdot N \times n \times a + \sqrt{(0,25a^2 + (b+c)^2})), \quad (3.20)$$

де  $L$  – довжина рукавної лінії, яка пропонується 60 м.

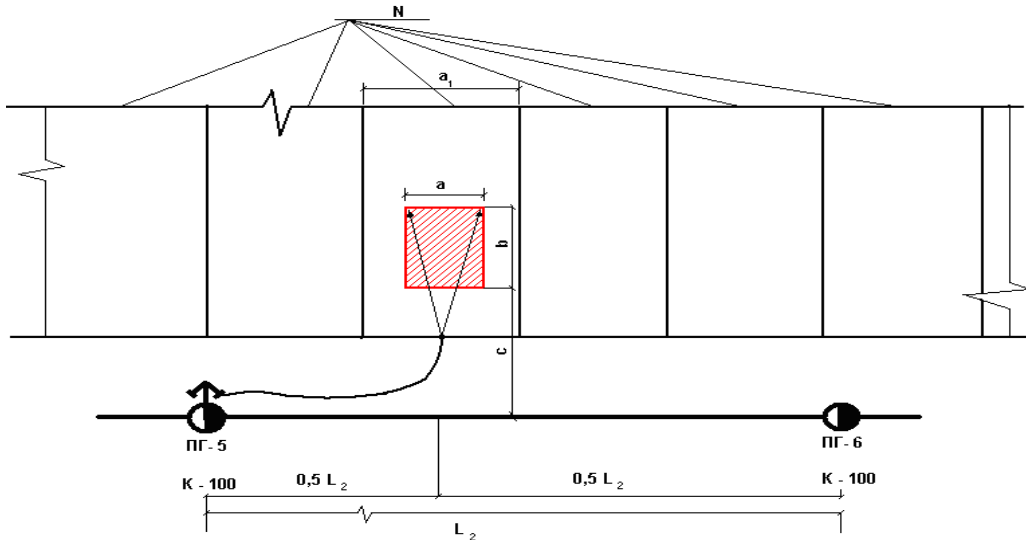


Рис. 3.3. Схема для визначення відстані між пожежними гідрантами

Врахувавши кривизну рукавних ліній та нерівність рельєфу місцевості отримано наступну формулу:

$$0,5 \cdot N \times n \times a + \sqrt{(0,25a^2 + (b+c)^2)} = 50. \quad (3.21)$$

Таким чином, відстань між гідрантами рекомендується приймати

$$N \times n \times a = 100 - 2 \times \sqrt{(0,25a^2 + (b+c)^2)} = L_2, \text{ м.} \quad (3.22)$$

Для розрахунку прийнято розміри типових житлових будинків невеликих сільських населених пунктів – 10 × 10 метрів. Відстань від краю проїжджої частини до зовнішніх стін будівлі згідно п. 15.3.1 [30] приймається від 5 до 25 метрів, але користуючись п. 12.16 [38] та враховуючи вищевикладене, для розрахунків прийнято  $c=5$  м. Використовуючи формулу (3.22) визначено відстань між пожежними гідрантами

$$L_2 = 100 - 2 \times \sqrt{(0,25 \cdot 10^2 + (10 + 5)^2)} = 100 - 2 \times 15,8 = 68,4 \text{ м.}$$

Виходячи з проведених розрахунків, відстань між пожежними гідрантами необхідно зменшити до запропонованої величини – 60 м, що відповідає довжині трьох пожежних рукавів [77].

Окрім того, це підтверджено результатами розгортання пожежно-технічного обладнання різноманітними групами учасників експерименту (п. 3.2), де відстань між пожежними гідрантами на водопровідній мережі сільських населених пунктів з невеликою чисельністю мешканців має бути 60 м.

Встановлення пожежних гідрантів, за досвідом закордонних держав (Польща, Німеччина, Франція), рекомендується проводити в сельбищній зоні (в місцях зосередження житлових будинків). Окрім того, за закордонним досвідом, в сільських населених пунктах і не тільки, пропонується встановлення та застосування для цілей пожежогасіння наземні пожежні гідранти.

### **3.5. Оцінка оперативного реагування пожежно-рятувальних підрозділів на виклики**

Одним із основних елементів оперативного реагування пожежно-рятувальних підрозділів на пожежі є час прибуття до місця виклику. У свою чергу час прибуття значною мірою залежить від радіусу обслуговування підрозділом району виїзду, щільності потоку руху автотранспорту, швидкості руху пожежних автомобілів, стану доріг, пори року і часу доби, а також досконалого знання району виїзду частини особовим складом, а особливо начальниками караулів [29].

Проаналізувавши статистичні дані про час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику (табл. 1.3, рис. 3.4), видно, що цей показник у 2016 році є нижчим за середньо-статистичний показник за останні 5 років.

У переважній більшості випадків (понад 80%), час слідування пожежно-рятувальних підрозділів не перевищує 10 хвилин.

Як бачимо, час прибуття, що перевищує 20 хвилин з року в рік зменшується і у 2016 році становив лише 3,93%. Але вказані статистичні дані стосуються загалом пожеж, що сталися в області.

Тож враховуючи те, що 68% пожеж трапляється в сільській місцевості і гине при цьому 81,4% людей від усіх загиблих, варто було б у Картках обліку пожеж (Pog\_Stat) окремо відображати статистичні дані про дії підрозділів, що виїжджають на пожежі у сільські населені пункти. Окремий аналіз часу оперативного реагування підрозділів пожежно-рятувальної служби у сільській місцевості відсутній.

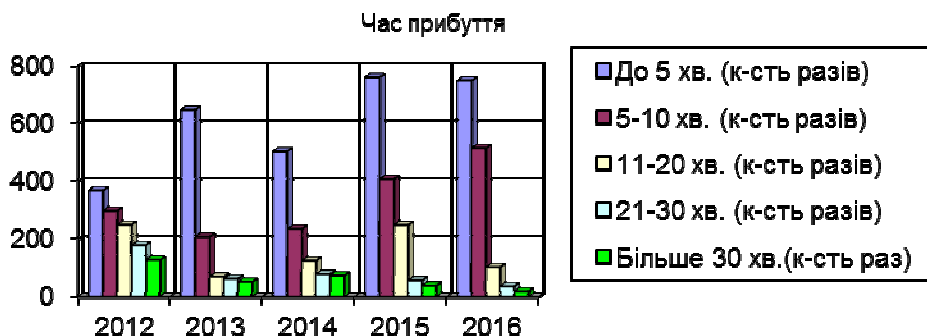


Рис. 3.4. Динаміка часу прибуття пожежно-рятувальних підрозділів Рівненської області за роками

За [45] швидкість руху пожежних автомобілів приймають: на дорогах з твердим покриттям – 45 км/год., на ґрунтових дорогах – 30 км/год, а на складних ділянках з інтенсивним рухом – 25 км/год. Загалом середня швидкість пожежних автомобілів для сільської місцевості буде становити 33 км/год.

Відповідно до [28; 30] радіус обслуговування району виїзду одним державним пожежно-рятувальним підрозділом не повинен перевищувати 3 км дорогами загального користування.

За [28] нормативний час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику не повинен перевищувати:

- на території міст – 10 хвилин;
- у населених пунктах за межами міста – 20 хвилин.

З урахуванням метеорологічних умов, сезонних особливостей та стану доріг нормативи прибуття можуть бути перевищені, але не більше ніж на 5 хвилин.

Таким чином, відповідно до [28], нормативний час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів не повинен перевищувати: для міст і селищ міського типу – 15 хв; для сільської місцевості – 25 хв.

Порівнюючи середній час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику за 2016 рік (9,07 хв) з нормативними значеннями за [28], можна зробити висновок, що він перебуває в області нормативних значень як для міст і селищ міського типу (15 хв) так і для сільської місцевості (25 хв).

Разом з тим, провівши оцінку відстані, що була пройдена пожежними автомобілями упродовж середнього часу прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику за 2016 рік, можна зробити висновок, що така відстань є характерною для міст і селищ міського типу, але не для сільської місцевості, розташованої за багато кілометрів від місця дислокації пожежно-рятувальних підрозділів. Результати досліджень зведено до таблиці 3.12 [29].

Отже, виходячи із середнього часу слідування, пожежні автомобілі за вказаний час пройдуть 5 км, що є свідченням про те що пожежі переважно виникали в містах (районних центрах) або у сільських населених пунктах поблизу них. Однак, цей факт суперечить статистичним даним про те, що у 2016 році 68% пожеж в області виникало у сільській місцевості, і тому, що існують сільські населені пункти, розташовані на відстані від 5 до 80 км і більше від районних центрів, де дислокуються пожежно-рятувальні підрозділи.

Таблиця 3.12

**Дані про відстань, пройдену пожежними автомобілями за середній час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів Рівненської області до місця виклику у 2016 році**

Швидкість руху пожежних автомобілів, км/год	Середній час слідування, хв	Відстань, пройдена пожежними автомобілями, км
45	9,07	6,8
30	9,07	4,5
25	9,07	3,7
33	9,07	5,0

За умови дотримання нормативного радіусу виїзду пожежно-рятувального підрозділу (3 км) [28], виходячи із швидкостей руху пожежних автомобілів у різні пори року [45], проведено дослідження їх часу слідування, результати якого зведено до таблиці 3.13 [29].

Таблиця 3.13

**Дані про час слідування пожежних автомобілів до місця виклику за дотримання нормативного радіусу виїзду**

Швидкість руху пожежних автомобілів, км/год	Нормативний радіус виїзду, км	Час слідування пожежних автомобілів, хв
45	3,0	4,0
30	3,0	6,0
25	3,0	7,5
33	3,0	5,45

Як видно із табл. 3.13, час слідування пожежних автомобілів до місця виклику в межах нормативного радіусу виїзду є значно меншим за середній час слідування по області за 2016 рік (9,07 хв). Однак, фактичний радіус виїзду пожежно-рятувального підрозділу є значно більшим за нормативний, а отже час слідування пожежних автомобілів реально буде значно більшим.

Таким чином, час прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику за 2016 рік упродовж нормативного часу 10 хвилин [28] становить 88,84% випадків. Разом з тим, відповідно до Карток обліку

пожеж, кількість пожеж і загиблих на них у селах є значно більшою, а середній час слідування пожежно-рятувальних підрозділів на виклики становить лише 9,07 хв., який є характерним для міст, районних центрів і селищ міського типу де зосереджені пожежні депо з виїзною технікою та особовим складом. Окремі відомості про час оперативного реагування на виклики у сільській місцевості області відсутні [29].

Це в черговий раз підтверджує недостатність забезпечення сільських населених пунктів протипожежними формуваннями місцевої чи добровільної пожежної охорони.

Таким чином, значення напору ( $H$ ) перед неперекривними (прямоточними) пожежними стволами та витрати води ( $Q$ ) на гасіння пожеж залежно від радіусу компактного струменя води ( $R_k$ ) для ручних пожежних стволів досліджувались авторами [41].

Як показали результати проведених досліджень, табличні значення коефіцієнтів опорів неперекривних прямоточних пожежних стволів на 97-98% відповідають експериментальним значенням.

Коефіцієнти опорів перекривних пожежних стволів автором досліджувались вперше.

Виходячи із результатів досліджень та технічних характеристик пожежних стволів РС-70 висоту компактного струменя води зі ствола при витраті води 3,7 л/с та напорі на стволі 9,1 м слід приймати – 7 м. Вказана висота компактного струменя води відповідає нормативній висоті [76] для гасіння пожеж всередині будівель та споруд сільських населених пунктів. Це дає можливість розробки різноманітних удосконалених систем водопостачання підвищеного тиску та їх використання для цілей пожежогасіння у сільських населених пунктах з невеликою чисельністю мешканців. Основним критерієм ефективності застосування таких систем є їх використання у початковий момент виникнення пожежі.

Нормативну витрату води для гасіння пожеж у сільських населених пунктах з чисельністю мешканців до 1000 осіб рекомендується встановити – 3,7 л/с, а більше 1000 осіб до 3000 осіб – 7,4 л/с, що відповідає технічній характеристиці та можливостям ручних пожежних стволів РС-70 з діаметром насадки 19 мм.

В існуючих нормативних документах для визначення втрат напорів у пожежних рукавах пропонуються пенькові (непрогумовані) пожежні рукави, які промисловістю не випускаються, а пожежно-рятувальною службою використовуються лише прогумовані або латексні рукави.

Враховуючи результати експериментальних досліджень, а також стан професійної та психологічної підготовки початківців (добровольців) при гасінні пожеж, пропонується довжину пожежних рукавних ліній встановити 60 м.



При запропонованих та обґрунтованих витратах води на гасіння пожежі (5 л/с) та довжині рукавних ліній (60 м) втрати напору в прогумованих рукавах становлять лише 1,4 м.

Тому, для сільських населених пунктів з невеликою чисельністю мешканців пропонуються удосконалені системи водопостачання підвищеного тиску. Вільний напір перед пожежним гідрантом із відкоригованими нормативними витратами, які відповідають технічній характеристиці пожежно-технічного обладнання та довжиною рукавних ліній повинен бути –  $9,34 + H_{\text{б\ddot{y}д.}}$ , або  $9,54 + H_{\text{б\ddot{y}д.}}$  (м), залежно від кількості мешканців у сільському населеному пункті. Вказані вільні напори перед пожежним гідрантом значно менші, передбачених існуючими нормами –  $28 + H_{\text{б\ddot{y}д.}}$  (м) і можуть створюватися висотою розміщення бака водонапірної башти.

Пожежні гідранти при цьому пропонується встановити на відстані 60 м один від одного і лише в місцях сільської забудови.

## РОЗДІЛ 4

### МОДЕЛЮВАННЯ ПОЖЕЖ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА ЇХ ГАСІННЯ В СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ

#### 4.1 Оцінка організації гасіння пожеж в сільській місцевості

##### 4.1.1. Умови, що сприяють виникненню пожеж

Оцінку організації гасіння пожеж у сільських населених пунктах розглянуто на прикладі Рівненської області, оскільки вона є типовою аграрно-промисловою областю з зонами лісу та лісостепу, що характерні для більшості території України. Варто зазначити, що саме у Рівненській області чисельність сільського населення дещо перевищує міське і становить 52,2%, що є характерним для демографічної ситуації більшості західних областей нашої держави.

Окрім того, особливістю Рівненської області є наявність великої кількості водних ресурсів, які займають 2,2% площі її території (171 річка загальною довжиною 4,5 тис. км, 130 озер, 12 водосховищ, 1549 ставків тощо) [80].

*Особливості характеристики забудови сільських населених пунктів.* Житлова зона сільських населених пунктів розділяється вулицями переважно з двосторонньою забудовою. Кожна присадибна ділянка має господарський двір (садибу) де розташовані: одно- або двоповерховий житловий будинок, літня кухня, альтанка, будівлі для тварин і домашньої птиці, сарай для дров, вугілля та інвентарю, гараж, льох тощо. Специфікою забудови сільських населених пунктів є широке застосування горючих матеріалів під час будівництва та експлуатації.

Щільність забудови в житлових зонах приватними будинками, дерев'яними господарськими будівлями, наявність корму для тварин та спалимих покрівель сприяють швидкому розповсюдженню як у межах окремої садиби, так і на сусідні подвір'я.

*Особливості виникнення та розвитку пожеж у сільській місцевості.* Більшість пожеж у житлових будинках виникає в місцях приготування їжі, скупчення великої кількості електричних приладів, на горищах, або в сараях чи інших будівлях присадибної ділянки. Пожежа, що виникає в будівлі швидко розповсюджується внутрішніми горючими конструкціями та майном. Як свідчить практика гасіння, пожежа, що виникає в одноповерховому будинку, при зачинених дверях та вікнах, поширюється назовні упродовж 20-30 хвилин.

За своїм характером і обсягом пожежі у приватних будинках сільських населених пунктів бувають значно меншими, ніж у багатоповерхових спорудах і часто гасяться незначною кількістю сил

та засобів. Основним критерієм успіху гасіння є своєчасність виявлення пожежі та прийняття дій з її ліквідації, тобто на початковій стадії розвитку пожежі (за початкову стадію розвитку пожежі приймається час від моменту виникнення горіння до моменту переходу пожежі в «об'ємну» фазу). Тривалість початкової стадії розвитку пожежі залежить від багатьох факторів (кількість, вид, структура, вологість, орієнтація в просторі пожежного навантаження, потужність джерела запалювання, об'єм приміщення, вентиляція, протяги тощо) і може становити від 5 до 30 хвилин.

Швидкому розповсюдженню пожежі у приміщенні сприяє велике горюче навантаження та вертикальна орієнтація меблів, в яких геометричні розміри висоти перевищують геометричні розміри довжини. За даними досліджень авторів [81-83], небезпечні фактори пожежі (відкритий вогонь, висока температура, погіршення складу газового середовища, задимленість) в приміщеннях звичайного типу (висота до 3 м, площа до 100 м квадратних) в якому відсутня вентиляція та протяги (закриті двері, вікна), може створитись вже на другій-третьій хвилині з моменту виникнення пожежі.

Таким чином, час створення в будівлі небезпечних одного або декількох факторів пожежі, на початковій стадії, становить актуальну проблему для прийняття вчасних адекватних дій або рішень з ліквідації пожежі.

*Особливості дослідження пожеж у сільській місцевості Рівненської області.* Для з'ясування закономірностей виникнення та гасіння пожеж у сільській місцевості було досліджено 120 пожеж на Рівненщині, які виникали у період із 1 січня по 29 липня 2015 року. Таким чином було охоплено різні пори року та погодні умови ліквідації пожеж у сільських населених пунктах.

Для аналізу та проведення досліджень сільські населені пункти Рівненщини, аналогічно до існуючих вітчизняних [30] та закордонних норм, було розділено на дві групи: із населенням до 1 тис. осіб та з населенням від 1 тис. до 3 тис. осіб.

Для аналізу брались дані з масиву Карток обліку пожеж (Pog\_Stat), Журналів обліку пожеж, Карток обліку оперативно-тактичних дій та Справ про пожежі, що виникали у сільських населених пунктах, а також шляхом опитування учасників гасіння тощо. При цьому, фіксувався час отримання повідомлення, час збору особового складу пожежно-рятувального підрозділу, час виїзду, швидкість слідування пожежних автомобілів, стан доріг, час прибуття до місця виклику та час розгортання і подачі вогнегасних засобів.

До уваги брались дані про місце та характеристику об'єкту пожежі, оперативні дані про виявлення та повідомлення про пожежу, прибуття, локалізацію та ліквідацію пожежі, витрату води, залучення особового

складу підрозділів пожежно-рятувальної служби, особливості гасіння та розвитку пожежі тощо.

#### 4.1.2. Фактори, що впливають на розвиток пожежі

Під час пожеж у будівлях на людей чинять вплив фактори, які загрожують їх життю та здоров'ю й мають термічну, хімічну і механічну дію. Саме ці чинники, визнані небезпечними для людей під час пожежі, і проявляються у вигляді полум'я, іскор, високої температури, задимлення та погіршення складу газового середовища.

Детальні моделі процесів горіння різних типів речовин та процесів гасіння розглянуто у [84]. У даній роботі наведено лише спрощені моделі, необхідні для оцінки витрат води.

Відомо, що площа пожежі залежить від часу її виявлення, часу повідомлення, часу збору та часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів. Чим менший кожен із цих показників, тим менша площа пожежі, а також витрати води на її гасіння і матеріальні та соціальні збитки від пожеж. Але деякі із вказаних показників зменшити на даний час неможливо через відсутність або недостатню кількість протипожежних формувань на селі [64; 65].

Задаючи дані експериментальних досліджень про час виникнення пожежі, час слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця виклику, час гасіння, та фактичні витрати води, використовуючи програму Microsoft Excel, побудовано гістограми рис. 4.1-4.3.

*Час виникнення пожежі.* На рис. 4.1 зображено гістограму, яка ілюструє кількість досліджуваних пожеж залежно від їх часу виникнення.

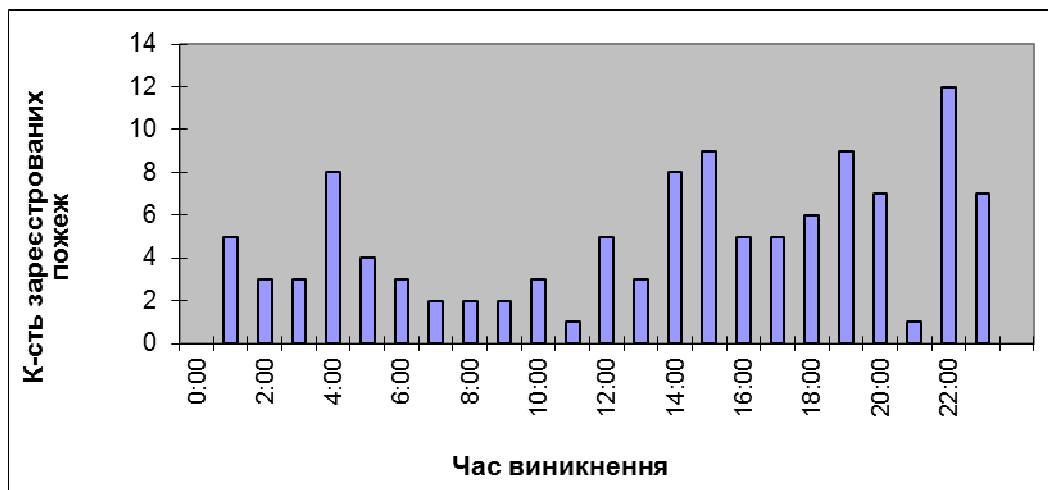


Рис. 4.1. Гістограма виникнення пожеж залежно від часу доби

Із рисунку 4.1 видно, що більша кількість пожеж у сільській місцевості виникає у другій половині дня, що може бути пов'язано із особливостями трудової діяльності та зайнятості сільського населення.

Пік виникнення пожеж припадає на період із 22 до 23 години, оскільки у цей час інтенсивно використовуються освітлювальні прилади, печі чи інші прилади опалювання (особливо у зимову пору року), а пильність людей, при цьому, знижується у зв'язку із фізичною втомою та наближенням часу відходу до сну [64; 65].

Високий рівень пожежної небезпеки спостерігається також у період з 18 до 20 години коли після повернення мешканців додому проводяться господарсько-побутові та ремонтні роботи із застосуванням електричних приладів та відкритого вогню тощо.

Високою залишається і кількість пожеж, що виникають в нічний період з 00 год до 5.00 год ранку. У цей час переважно трапляються пожежі через несправність пічного опалення або несправності електрообладнання, якими забезпечені житлові будинки та перенавантаження і короткі замикання електромережі. Подібні випадки, як правило, супроводжуються значними матеріальними збитками, знищенням будівель та споруд, особливо дерев'яних, майна, а також загибеллю та травмуванням людей.

Майже стабільною залишається кількість пожеж, що трапляється в період з 14 год до 20 год вечора. Це, в переважній більшості, пов'язано з прибуттям дітей шкільного віку зі школи, залишенням малолітніх дітей батьками без догляду дорослих. Через незайнятість сільських дітей, їх пустощі з вогнем відбувається виникнення пожеж.

Подібні та й інші пожежі, як правило, трапляються у сільських населених пунктах, де їх виявлення є запізнілим, відсутні сили та засоби для пожежогасіння або такі знаходяться на значній відстані тощо.

Практично у більшості випадків, всі загиблі внаслідок пожеж у сільській місцевості, були виявлені за місцем свого проживання або відпочинку, тобто до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

*Час слідування* пожежно-рятувальних підрозділів Рівненщини на досліджувані пожежі в сільській місцевості має параметри та характеристики, які зведено до табл. 4.1.

Хоча середнє значення часу слідування – 22 хв, не перевищує значень деяких держав Європи, він залишається досить великим. Значення середнього часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів перебуває в області нормативних значень для сільської місцевості (25 хв) відповідно до [28].

Таблиця 4.1

**Характеристики часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів області**

Характеристика, одиниці вимірювання	Умовне позначення	Значення
Мінімальний час слідування, хвилин	$\min t_{\text{сл}}$	5
Максимальний час слідування, хвилин	$\max t_{\text{сл}}$	55
Середнє значення часу слідування, хвилин	$t_{\text{сл.сеп}}$	22
Середньоквадратичне відхилення часу слідування, хвилин	$\sigma_{t_{\text{сл}}}$	10

Гістограму розподілу часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів на пожежі, що досліджувались наведено на рис. 4.2.

Із гістограми (рис. 4.2) та табл. 4.1 видно, що мінімальний час слідування пожежно-рятувальних підрозділів у сільській місцевості області становить 5 хвилин, а максимальний – 55 хвилин, що значно перевищує вимоги [28].

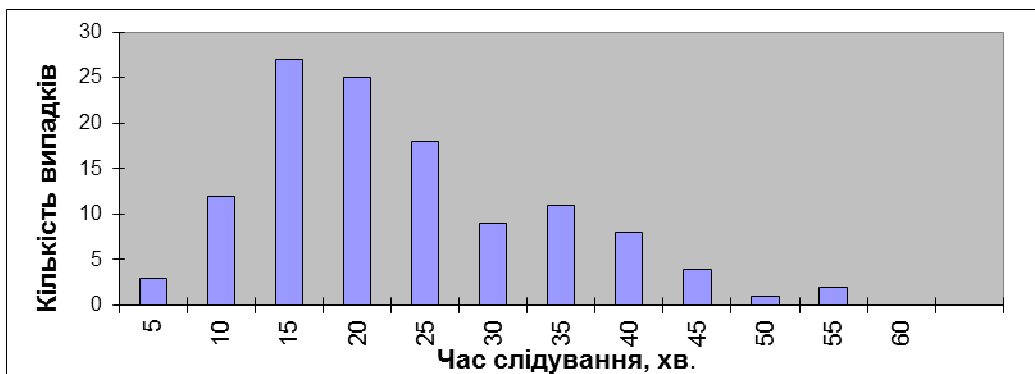


Рис. 4.2. Гістограма розподілу часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів Рівненської області на пожежі сільської місцевості

Вказаний час є одним із основних елементів оперативного реагування пожежно-рятувальних підрозділів, і перш за все, залежить від радіусу обслуговування підрозділом району виїзду, часу повідомлення про пожежу, технічного стану пожежних автомобілів, щільності потоку руху автотранспорту та швидкості руху пожежних автомобілів, стану доріг та пори року і часу доби, а також досконалого знання району виїзду частини особовим складом.

Час ліквідації пожежі залежить від багатьох факторів, які безпосередньо впливають на успіх та оперативність гасіння: площа пожежі на момент прибуття пожежно-рятувальних підрозділів; технічний стан пожежних автомобілів і можливості; забезпеченість

оперативних розрахунків нормативною чисельністю особового складу, рятувальним та пожежно-технічним обладнанням і устаткуванням; наявність, стан та віддаленість систем та джерел протипожежного водопостачання у сільському населеному пункті; пора року та доби; погодні умови тощо.

Характеристики та параметри часу ліквідації досліджуваних пожеж узагальнено у табл. 4.2 та зображено на гістограмі рис. 4.3.

Таблиця 4.2

***Характеристики часу ліквідації пожежі***

Характеристика, одиниці вимірювання	Умовне позначення	Значення
Мінімальний час ліквідації пожежі, хвилин	$\min t_{\text{л}}$	10
Максимальний час ліквідації пожежі, хвилин	$\max t_{\text{л}}$	445
Середнє значення часу ліквідації пожежі, хвилин	$t_{\text{л.сер}}$	125
Середньоквадратичне відхилення часу ліквідації пожежі, хвилин	$\sigma_{t_{\text{сл}}}$	90

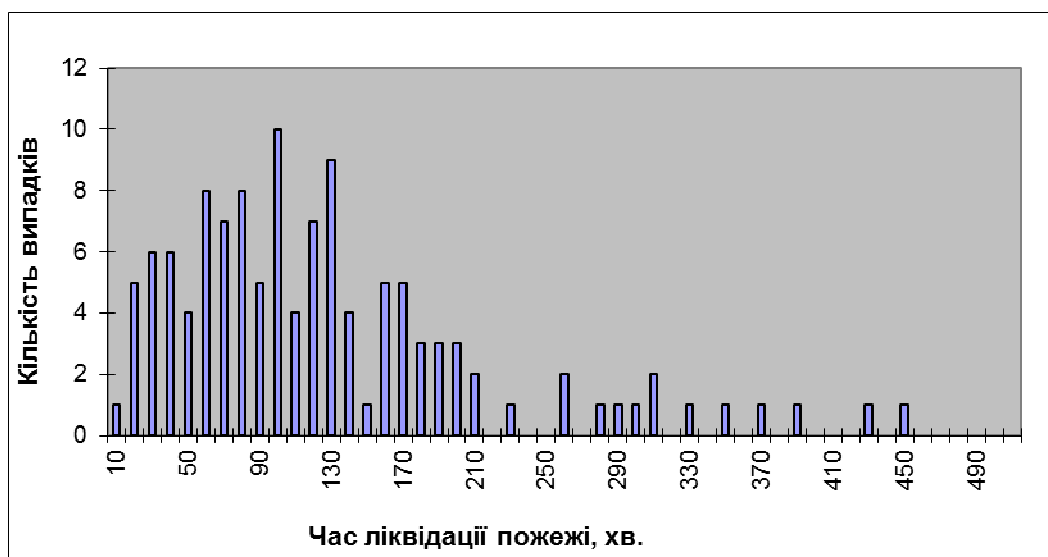


Рис. 4.3. Гістограма розподілу часу ліквідації пожежі

Як видно (див. табл. 4.2, рис. 4.3), середнє значення часу ліквідації пожежі дещо менше нормативного [38] (3 год) і становить 90 хвилин, однак траплялись випадки, коли тривалість гасіння у кілька разів перевищувала нормативну.

*Площа пожежі та фактори, що впливають на неї.* Одним із основних параметрів, що використовується при моделюванні

пожежогасіння, є площа пожежі ( $S_n$ ), яка залежить від місця виникнення та форми пожежі.

*Форми розвитку пожежі.* Розрізняють кругову, прямокутну та кутову форми розвитку пожежі (див. рис. 4.3). Якщо пожежа виникає у центрі будівлі, то спочатку набуває кругової форми, а досягнувши однієї зі стін будівлі, перетворюється на прямокутну. У процесі горіння площа пожежі збільшується в часі до площі самої будівлі.

Для визначення цього параметру пожежі в певний момент часу необхідно враховувати відстань, на яку розповсюджується горіння до цього моменту часу

$$R_z = 0,5 \cdot V_l \cdot \tau_1 + V_l \cdot \tau_2 + 0,5 \cdot V_l \cdot \tau_3, \text{ м}, \quad (4.1)$$

де  $V_l$  – лінійна швидкість розповсюдження горіння, м/хв;

$\tau_1$  – тривалість розповсюдження горіння у перші 10 хвилин, хв;

$\tau_2$  – тривалість розповсюдження горіння від 10 хвилин до моменту початку гасіння, хв;

$\tau_3$  – тривалість розповсюдження горіння від початку гасіння до моменту ліквідації пожежі, хв.

Враховуючи вищесказане, формула для взаємозв'язку форми та площі пожежі ( $\text{м}^2$ ) із її відстанню розповсюдження має вигляд

$$S_n = \begin{cases} \pi \cdot R_z^2 & \text{для випадку а,} \\ 0,5 \cdot \pi \cdot R_z^2 & \text{для випадку в,} \\ 2 \cdot a \cdot R_z & \text{для випадку б,} \end{cases} \quad (4.2)$$

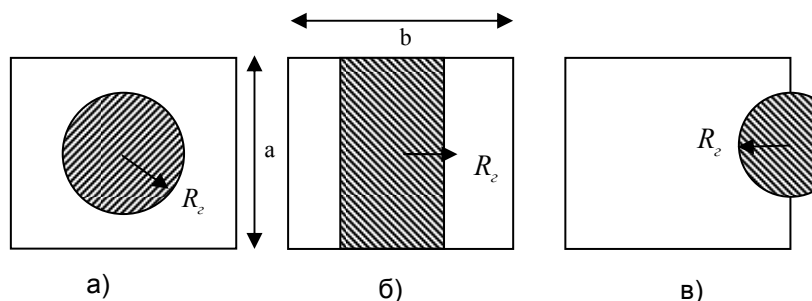


Рис. 4.3. Можливі форми розвитку площі пожежі



Необхідну витрату води ( $q_n$ ) на гасіння пожежі знаходимо за формулою

$$q_n = S_n \cdot I, \quad (4.3)$$

де  $S_n$  – площа пожежі, ( $\text{м}^2$ ), визначається за формулою (4.2);

$I$  – інтенсивність подачі води на гасіння пожежі, ( $\text{л/с} \times \text{м}^2$ ), визначається за таблицями [45].

Якщо фактична витрата води на гасіння пожежі  $q_{\phi}$  є більшою або рівною необхідній витраті  $q_n$ , то настає момент локалізації і таку пожежу, з часом, успішно ліквідовують.

*Час вільного розвитку пожежі* ( $\tau$ ) (хв) складається із часу повідомлення ( $\tau_{нов}$ ) пожежно-рятувального підрозділу про пожежу, часу збору оперативної обслуги пожежно-рятувального підрозділу ( $\tau_{зб}$ ), часу слідування підрозділів на пожежу ( $\tau_{сл}$ ) та часу оперативного розгортання ( $\tau_p$ )

$$\tau = \tau_{нов} + \tau_{зб} + \tau_{сл} + \tau_p. \quad (4.4)$$

Надалі час вільного розвитку пожежі використовується у формулах (4.1) та (4.2) для обчислення площі пожежі та оцінки необхідної витрати води. Скорочення часу вільного розвитку пожежі ( $\tau$ ) дозволяє ліквідувати пожежу з меншими витратами води та з меншими матеріальними, а іноді й тяжкими соціальними втратами.

*Час повідомлення про пожежу.* У результаті аналізу реальних значень часу вільного розвитку пожежі у сільській місцевості Рівненської області з'ясовано, що практично у всіх випадках час повідомлення ( $\tau_{нов}$ ) – невідомий. Тут йдеться мова про час від моменту виникнення пожежі до моменту її виявлення. Є лише окремі примітки у записах Справ та Карток про пожежі щодо пізнього часу повідомлення. Тому для практичних розрахунків можна прийняти його рівним 8-12 хв, як рекомендовано [45; 85].

*Час збору і виїзду* оперативної обслуги пожежно-рятувального підрозділу нормований і не повинен перевищувати 1 хв. [86].

Час слідування підрозділів на пожежу визначається розрахунком

$$\tau_{сл} = \frac{60 \cdot L}{V_{сл}}, \quad (4.5)$$

де  $L$  – відстань від пожежного депо до місця виникнення пожежі, км;

$V_{сл}$  – середня швидкість руху пожежних автомобілів (у практичних розрахунках на дорогах з асфальтним покриттям приймають – 45 км/год; на складних ділянках з інтенсивним рухом, ґрунтових дорогах – 25 км/год) [45; 85].

Час слідування підрозділів Рівненщини був проаналізований вище (див. табл. 4.1, рис. 4.2). Його середнє значення прийнято рівним 22 хв [64; 65]. Очевидно, що за наявності пожежно-рятувального підрозділу (добровольців чи громадських або волонтерських формувань) безпосередньо у сільських населених пунктах, вказаний час значно скоротиться.

*Час оперативного розгортання.* Для визначення часу оперативного розгортання було проведено ряд експериментів з метою виявлення часу розгортання тренованих підрозділів та нетренованих добровольців на прикладі курсантів та студентів Львівського державного університету безпеки життєдіяльності України (див. рис. 3.1, 3.2, табл. 3.7, 3.8). Аналіз результатів показує, що час розгортання початківцями та тренованими працівниками суттєво відрізняється – у межах 20-40 секунд. Тому для оціночних розрахунків приймаємо ( $\tau_p$ ) рівним 1 хв.

Отже, для оціночних розрахунків час вільного розвитку пожежі за формулою (4.4) можна вважати рівним  $\tau = 10 + 1 + 22 + 1 = 34$  хв.

Для визначення часу, за який пожежа охопить всю будівлю, було зроблено припущення, що пожежа розповсюджувалась безперешкодно (відсутність перегородок, дверей тощо). При цьому, було обрано приблизно типові для сільської місцевості планування та розміри будівель, а лінійну швидкість розповсюдження встановлено за даними таблиць [45; 85], яка для житлових будинків знаходиться в межах 0,5-0,8 м/хв, а для горючих конструкцій дахів та горищ становить 1,5-2,0 м/хв. Лінійну швидкість розповсюдження горіння ( $V_{л}$ ) у перші 10 хв від початку виникнення пожежі встановлено половинною від табличного значення [45; 85].

### 4.1.3. Оцінка зміни площі пожежі та визначення необхідних витрат води на її гасіння

Для оцінки зміни площі пожежі та розрахунку необхідних витрат води в часі, на підставі формул (4.1-4.4), було створено програмне забезпечення. Для програмування використовувалась мова Object Pascal та середовище швидкої розробки програм Delphi 7.

Програма складається із двох модулів – FireMain, у якому реалізовано графічний інтерфейс користувача, та Porzerzi, який відповідає за розрахунки за формулами (4.1-4.4). Зовнішній вигляд результатів роботи програми зображено на рис 4.4.

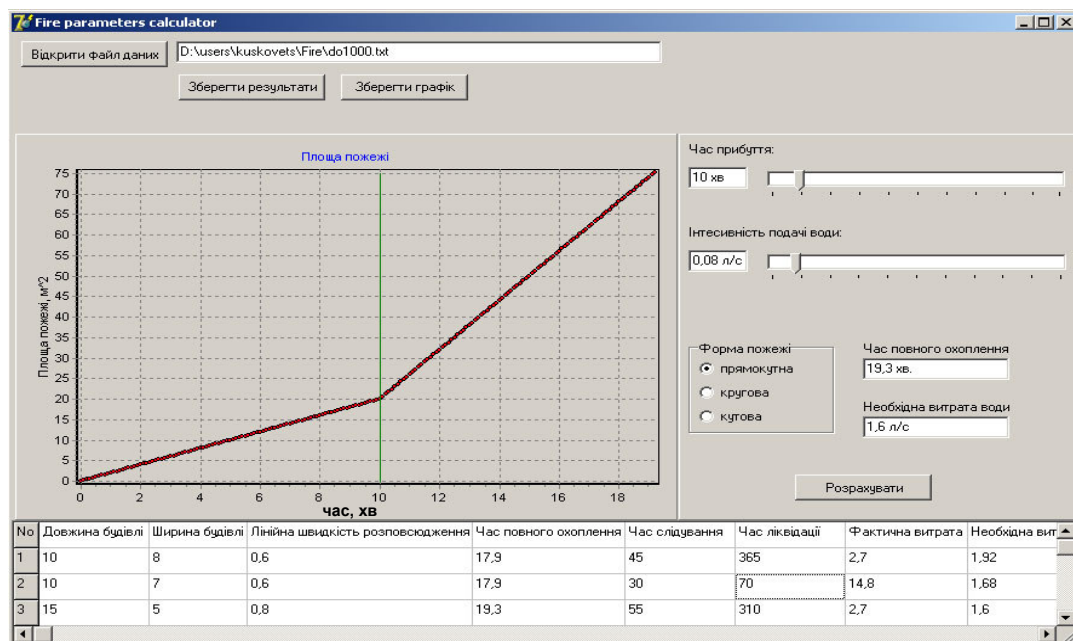


Рис. 4.4. Зовнішній вигляд результатів роботи програми

Вхідними даними для програми є текстовий файл, у якому зберігаються наступні параметри модельованих пожеж:

- довжина будівлі (м);
- ширина будівлі (м);
- лінійна швидкість розповсюдження горіння (м/хв);
- час слідування пожежно-рятувального підрозділу (хв);
- час ліквідації пожежі (хв);
- фактична витрата води (л/с).

Вхідні файли заготовлені заздалегідь за отриманими даними досліджень пожеж у будь-якому текстовому редакторі та відкривають за допомогою кнопки «Відкрити файл даних». Після відкриття файлу його ім'я відображається справа від згаданої кнопки. Дані, зчитані із

файлу, з'являються у таблиці, розміщеній у нижній частині вікна програми.

Для моделювання пожежі користувач може змінювати три параметри – час прибуття пожежно-рятувального підрозділу, інтенсивність подачі води та форму пожежі. Інші параметри, необхідні для розрахунку площі пожежі (довжина та ширина будівлі, лінійна швидкість розповсюдження горіння), вибираються із таблиці вихідних даних – для цього достатньо натиснути мишею у відповідному рядку таблиці.

Після натискання кнопки «Розрахувати», у центральній частині вікна програми відображається графік залежності росту площі пожежі в часі. Його побудова здійснюється до моменту повного охоплення будівлі вогнем. У вигляді вертикальної лінії на цьому графіку також відображається вибраний користувачем час прибуття пожежно-рятувального підрозділу.

Час повного охоплення будівлі вогнем відображається у головному вікні програми вище кнопки «Розрахувати» та додатково вноситься у таблицю із параметрами пожеж. Для вказаного користувачем моменту прибуття пожежно-рятувального підрозділу та планованої інтенсивності подачі води, розраховується необхідна витрата води, яка відображається у вікні програми та додатково вноситься у таблицю.

Таким чином, користувач може порівняти необхідну та фактичну витрату води на пожежогасіння, реальний час прибуття пожежно-рятувального підрозділу та час повного охоплення будівлі вогнем і зробити відповідні висновки. Для зручності користувача передбачена можливість збереження даних розрахунку у текстовому файлі. Для цього достатньо натиснути кнопку «Зберегти результати» та вказати у діалоговому вікні ім'я файлу. Зберігається також і графік залежності площі пожежі від часу у графічному файлі шляхом натискання кнопки «Зберегти графік». При цьому, у відповідному діалоговому вікні користувач інформується про розміщення файлу, в якому зберігається графік.

Було досліджено ряд пожеж, при яких по прибутті пожежно-рятувальних підрозділів подавалась певна витрата води. Так на гасіння пожежі в с. Білятичі Сарненського району 26 травня 2015 року, через значну відстань, пожежні підрозділи прибули до місця виклику через 36 хвилин після отримання виклику. На ліквідацію пожежі у дерев'яному хліві було подано 7,4 л/с та на захист житлового будинку – 2,7 л/с. Всього було подано 10,1 л/с води. Припустивши, що пожежа в хліві розповсюджувалась за прямокутною формою, застосовуючи програмне забезпечення, ми дослідили розвиток пожежі в часі та визначили необхідну витрату води в певний момент часу. Приймаючи,

що швидкість розповсюдження пожежі в хліві становила 1 м/хв [45; 85], вода для пожежогасіння подавалась з інтенсивністю 0,13 л/с·м<sup>2</sup> [45; 85], отримали результати розрахунків, що будівля хліва була повністю охоплена вже на 11,5 хв після початку пожежі. Зміну площі пожежі та необхідні витрати води для ліквідації пожежі на 5-й, 7-й, 8-й, 10-й, 11-й та 12-й хвилині зображено на рис. 4.5 а, б, в, г, д, е.

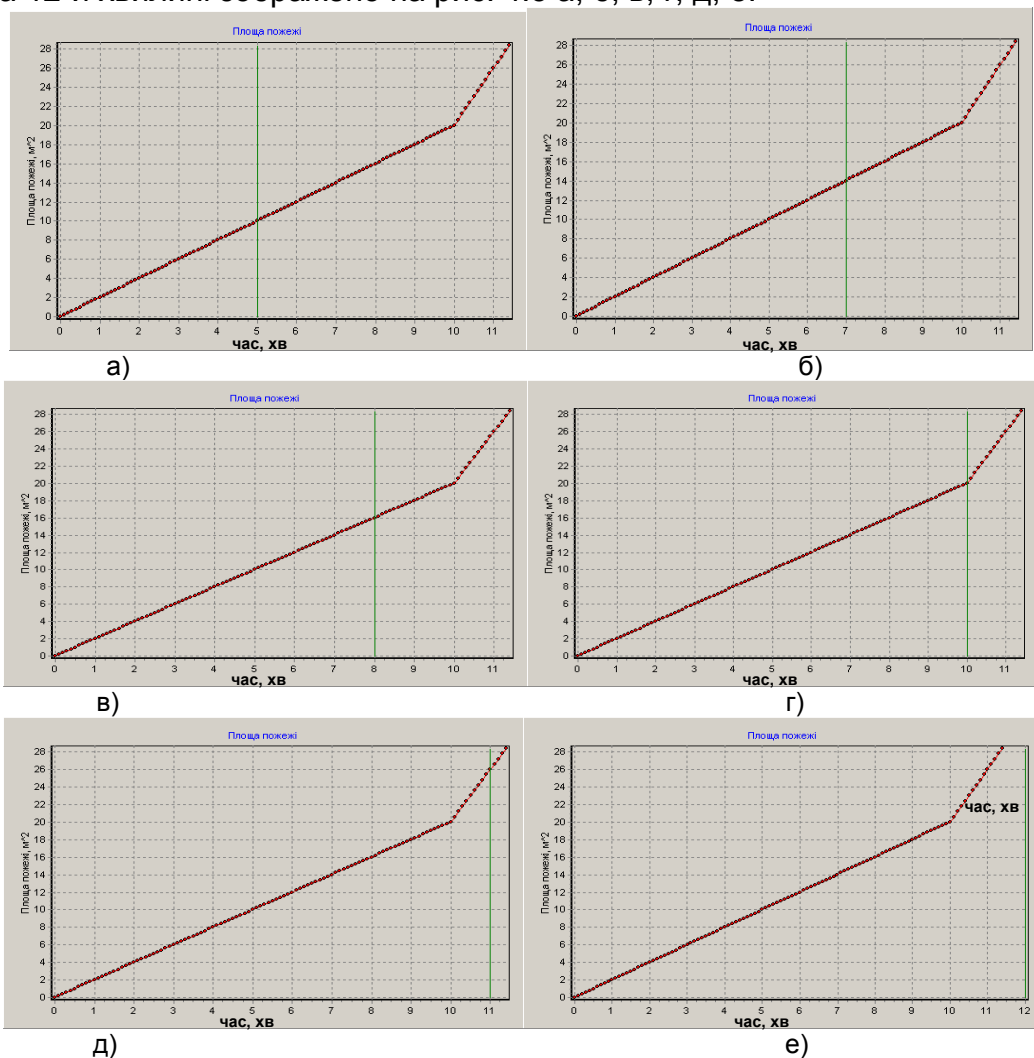


Рис. 4.5. Графіки зміни площі пожежі на: а) – 5-й; б) – 7-й; в) – 8-й; г) – 10-й; д) – 11-й; е) – 12-й хвилині

Проведеними обрахунками за допомогою програмного забезпечення визначено, що за умови введення пожежних стволів на 5-й хвилині від початку виникнення пожежі, витрата води становила б 1,3 л/с, на 7-й хвилині – 1,82 л/с, на 8-й хвилині – 2,08 л/с, на 10-й хвилині – 2,6 л/с, на 11-й хвилині – 3,37 л/с на 12-й хвилині (горизонтальна площа пожежі далі не зростає) – 3,69 л/с. Окрім того,

на цій хвилині, при цьому, відбувається охоплення вогнем вертикальних конструкцій будівлі і пожежа приймає „об'ємну” фазу.

Результати обрахунків зображено на рис. 4.6.

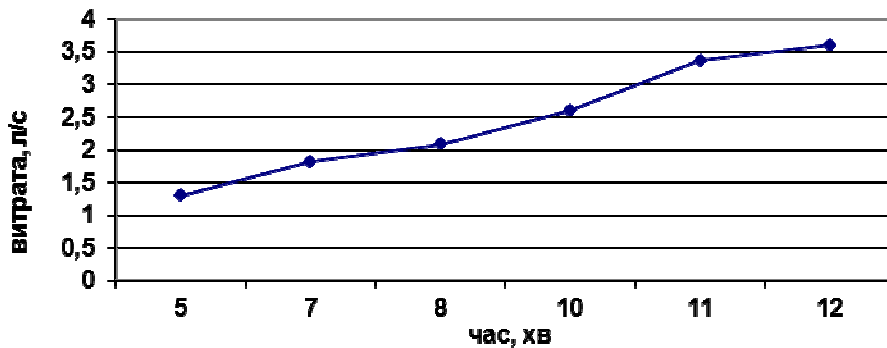


Рис. 4.6. Графік зміни витрати води для гасіння пожежі в с. Білятичі Сарненського району

Отже, як видно з графіка (див. рис. 4.6), зі збільшенням часу від моменту виникнення пожежі до моменту прибуття пожежно-рятувальних підрозділів на гасіння пожежі – зростає витрата води, що необхідна на її гасіння.

Застосування згаданого програмного забезпечення моделювання розвитку пожеж для аналізу пожеж у населених пунктах сільської місцевості Рівненщини дозволило з'ясувати наступне:

- у переважній більшості випадків час слідування пожежно-рятувального підрозділу в 2-3 рази перевищував час повного охоплення будівлі вогнем. Отже, велика тривалість гасіння пожеж пояснюється тим, що підрозділ прибував до місця виклику уже тоді, коли будівля тривалий час була повністю охоплена вогнем, а значить на ліквідацію пожежі необхідна, відповідно, більша витрата води;

- при рекомендованій, для будівель I-III-го ступенів вогнестійкості, інтенсивності подачі води  $0,06-0,08 \text{ л}/(\text{м}^2 \times \text{с})$  [45] та для будівель IV-V-го ступенів вогнестійкості –  $0,1-0,15 \text{ л}/(\text{м}^2 \times \text{с})$ , при тривалості вільного розповсюдження пожежі 10-15 хв, для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб, понад у 97% необхідна витрата води на пожежогасіння не перевищує 3,7 л/с, а для сільських населених пунктів з кількістю мешканців більшою, ніж 1000 осіб, понад у 98% необхідна витрата води не перевищує 7,4 л/с для різноманітних форм розповсюдження пожежі.

#### 4.1.4. Шляхи покращання організації гасіння пожеж

Вищевказане зумовлює застосовувати можливі шляхи більш швидкої ліквідації пожежі: для зменшення тривалості вільного

розповсюдження пожежі до 10-15 хв необхідно зменшити час повідомлення та час слідування пожежно-рятувального підрозділу. Досягти це можливо за допомогою введення у кожному сільському пункті чергового, який би вчасно повідомляв про виникнення пожежі або забезпечення приватного житла громадян автономною пожежною сигналізацією, що живиться від батарейки на дев'ять Вольт і подає звуковий та світловий сигнал про пожежу.

У передових країнах світу існує обов'язкова нормативна вимога щодо обладнання житлових приміщень автономними пожежними сповіщувачами, які у автономному режимі виявляють пожежу і подають сигнал (голосовий, звуковий). Для прикладу, ще у 60-х роках минулого століття після багаточисельних пожеж 38 американських штатів прийняли закони про автономні пожежні сповіщувачі і зобов'язали встановлювати їх у всіх житлах. До 1995 року майже 93% будинків у США були вже обладнані такими виробами. Аналогічні закони були прийняті у Канаді, Австралії, Естонії, Франції і в інших країнах світу. Результати досліджень закордонних фахівців показують, що за рахунок використання автономних пожежних сповіщувачів у квартирах і в житлових будинках вдається знизити ризик загибелі людей майже на 50% [87].

Для зменшення часу слідування необхідно або розміщувати пожежно-рятувальний підрозділ у кожному сільському населеному пункті (що не завжди вигідно економічно). Тому, для гасіння пожеж слід пропонувати удосконалені системи водопостачання підвищеного тиску та залучати до цього добровільні та волонтерські протипожежні формування з необхідним пожежним реманентом.

## **4.2. Прогнозування витрат води на гасіння пожеж у сільській місцевості**

### **4.2.1. Експериментальні визначення витрат води на зовнішнє пожежогасіння**

Основними показниками водопостачання є нормативна витрата води і розрахунковий час гасіння пожеж. Вони повинні повністю задовольняти вимогам пожежогасіння при мінімальних капітальних затратах на будівництво та експлуатацію водопроводів. Якщо передбачити незначні нормативні витрати води для гасіння пожеж, можна скоротити капітальні затрати на будівництво водопроводу, але при цьому важко створити оптимальні умови для гасіння пожеж. Пожежі в таких випадках носять затяжний характер і супроводжуються великими матеріальними та соціальними збитками, а також шкідливим впливом на навколишнє середовище. Але для будівництва

водопроводів, розрахованих на пропуск великої кількості води, необхідні великі матеріальні затрати. Саме тому запропоновано більш ефективний варіант будівництва та використання водопроводів підвищеного тиску, особливо в населених пунктах сільської місцевості з невеликою чисельністю мешканців.

Водопровідна мережа має відповідати наступним вимогам:

- забезпечити подачу відповідної кількості води до споживачів з необхідним напором;

- мати достатню ступінь надійності і безперебійність постачання водою для потреб споживачів та пожежогасіння.

Виконання вказаних вимог досягається правильним вибором конфігурації мережі і матеріалу труб, а також правильним визначенням їх діаметрів з урахуванням техніко-економічних показників. Саме тому від правильного розрахунку необхідної витрати води залежить ефект системи протипожежного захисту і техніко-економічні показники водопостачання. Витрати води на пожежогасіння визначають залежно від пожежної небезпеки об'єкту та його значущості [45], а також за умови забезпечення необхідної пожежної безпеки при найменших затратах на будівництво і експлуатацію систем водопостачання.

В ході встановлення витрат води на пожежогасіння було досліджено ряд пожеж, що виникали в сільських населених пунктах Рівненської області (див. п. 4.1).

Так, 13 січня 2015 року в с. Перекалля Зарічненського району від необережного поводження з вогнем господаря Ф. в одноповерховому дерев'яному хліві, розмірами в плані 15х5 метрів, виникла пожежа. О 18 год сусідка К. побачила густий дим та язика полум'я, які виходили з-під даху шиферної крівлі. Сповістивши сусідів про пожежу, о 18 год 05 хв вона повідомила пожежно-рятувальний підрозділ смт. Зарічне мобільним телефоном. Час на подолання шляху пожежним автомобілем від пожежного депо до місця пожежі зайняв 55 хвилин. На момент прибуття пожежно-рятувального підрозділу, незважаючи на зусилля сусідів погасити вогонь підручними засобами, будівля хліва була повністю охоплена вогнем. Враховуючи, що до місця виклику прибув караул в складі лише 4-х осіб, було подано один ствол СРК-50 з витратою води 2,7 л/с на пролив згорілих конструкцій.

Подібні пожежі трапились 05.01.2015 р. у с. Локниця Зарічненського району, 21.02.15 р. – у с. Острів Володимирецького району, 23.02.15 р. – у с. Локниця Зарічненського району, 28.03.15 р. – у с. Тумень Дубровицького району, 14.03.15 р. – у с. Мочулки Рівненського району, 30.03.15 р. – на хут. Мурашинець Сарненського району і т. п. У більшості цих випадків підрозділи прибували до місця виклику на момент повного охоплення будівель вогнем, а склад чергових караулів пожежно-рятувальних підрозділів не відповідав



нормативній чисельності. Витрати води для ліквідації пожеж при цьому становили 2,7 л/с.

В інших випадках, коли площа пожежі була невелика, горіння було незначне але поблизу місця пожежі були відсутні джерела протипожежного водопостачання, а в наявності була обмежена кількість особового складу, витрати води також становили 2,7 л/с. Такі пожежі ліквідовувались у с. Глушиця Сарненського району 05.02.15 р., у с. Витковичі Березнівського району 16.02.15 р., у с. Кутянка Острозького району 26.03.15 р., у с. Стрільськ Сарненського району 27.01.15 р., у с. Костянтинівка Сарненського району 04.01.15 р., у с. Селець Дубровицького району 04.01.15 р. і т. п.

У тих випадках коли горінням були охоплені дерев'яні конструкції будівель, пожежі набували великих розмірів, кліматичні умови (суха погода, сильний вітер тощо) сприяли розповсюдженню вогню, була потреба в захисті або гасінні суміжних приміщень та сусідніх будівель і була в наявності достатня кількість особового складу подавалась витрата води 5,4, 8,1, 10,1, 12,8, 14,8 л/с залежно від виду та кількості пожежних стволів.

27 січня 2015 р. у с. Студянка Дубенського району на ліквідацію пожежі (площа 20 метрів квадратних) даху дерев'яного житлового будинку розмірами 12х5 м прибуло 10 осіб особового складу на 2-х пожежних автомобілях і було подано 5,4 л/с. На момент прибуття першого пожежно-рятувального підрозділу з горищного приміщення будинку йшов густий дим. На ліквідацію горіння було подано ствол з витратою 2,7 л/с з середини горища. По прибутті наступних сил та засобів було подано ще 2,7 л/с на гасіння пожежі ззовні.

Подібні пожежі трапились у с. Могиляни Острозького району 17.02.15 р., у с. Мочулки Рівненського району 14.03.15 р., у с. Глинськ Здолбунівського району 27.04.15 р., у с. Лісопіль Костопільського району 09.05.15 р., у с. Шпарів Гошанського району 09.02.15 р., у с. Гориньград II Рівненського району 12.03.15 р., у с. Срібне Радивилівського району 25.04.15 р., у с. Суськ Костопільського району 28.04.15 р., у с. Немовичі Сарненського району 18.04.15 р. і т. п.

У випадках більш інтенсивного горіння, охоплення вогнем кількох будівель та споруд відповідно необхідна і більша витрата води на пожежогасіння. Іншим фактором вимоги подачі більшої витрати води є необхідність швидкої ліквідації пожежі з метою рятування людей, тварин, що опинились у зоні надзвичайної ситуації. Але це, знову ж таки, можливе за умови наявності відповідної кількості пожежної техніки та особового складу.

Так 10.01.15 р. у с. Білівські хутори Рівненського району під час гасіння пожежі в дерев'яному житловому будинку розмірами в плані 10х7 м на гасіння будинку та захист сусідніх будівель було подано воду

з витратою 14,8 л/с. На момент прибуття підрозділів значна частина дерев'яного будинку була охоплена вогнем. Завдяки сильному вітру була загроза перекидання вогню на сусідні будинки. За повідомленнями сусідів в житловому будинку можливе перебування господарки Б., яка, як виявилось пізніше, загинула від впливу небезпечних факторів пожежі.

21 січня 2015 року у с. Весняне Корецького району сталася пожежа в дерев'яному хліві розмірами в плані 5х10 м. На момент прибуття до місця виклику пожежно-рятувального підрозділу місцевої агрофірми, вогнем був повністю охоплений хлів, дах літньої кухні розмірами 7х4 м та частково дах житлового будинку розмірами 12х10 м, які розташовувались безпосередньо біля місця виникнення пожежі. На ліквідацію пожежі житлового будинку та літньої кухні було подано 5,4 л/с, ще 7,4 л/с – подано на гасіння вогню у хліві та рятування великої рогатої худоби.

26 травня 2015 року у с. Білятичі Сарненського району виникла пожежа в дерев'яному хліві розмірами 5х4 м. На момент прибуття підрозділів, вогнем був охоплений хлів та, завдяки спекотній і вітряній погоді, частково дах житлового будинку розмірами 7х4 м. На ліквідацію пожежі хліва було подано 7,4 л/с та на житловий будинок 2,7 л/с.

У результаті проведених експериментальних досліджень з'ясовано, що витрати води на гасіння пожеж в сільській місцевості розподілились згідно відповідних гістограм, зображених на рис. 4.7 та рис. 4.8 відповідно для сільських населених пунктів з чисельністю мешканців до 1000 осіб та більше, ніж 1000 осіб окремо.

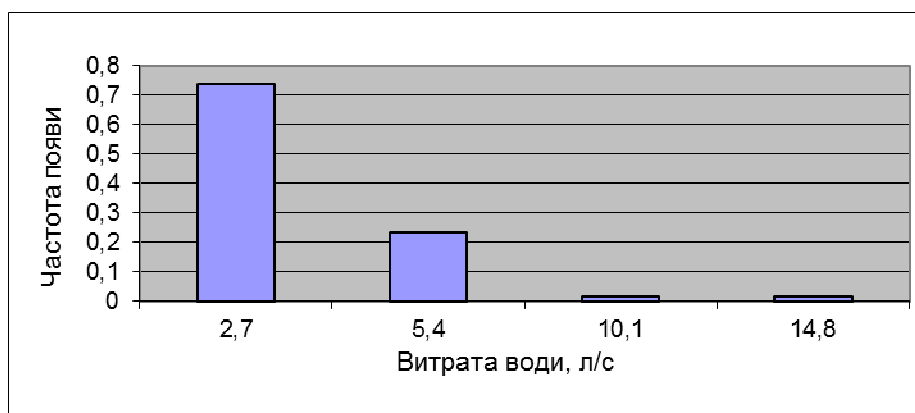


Рис. 4.7. Гістограма розподілу витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб

Як видно з вищенаведеної гістограми (рис. 4.7) в сільських населених пунктах із населенням до 1000 осіб найбільша кількість пожеж – 51 (74%) ліквідовується з витратою води 2,7 л/с, 16 пожеж

(23%) – з витратою 5,4 л/с та по одній пожежі (1,5%) з витратою відповідно – 10,1 л/с та 14,8 л/с. Середньоквадратичне значення витрати води складає 3,4 л/с.

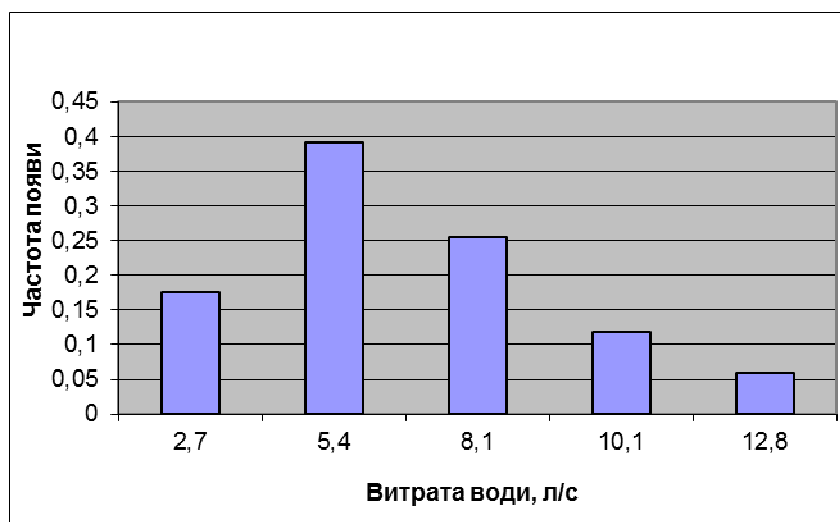


Рис. 4.8. Гістограма розподілу витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю мешканців більшою, ніж 1000 осіб

На ліквідацію пожеж у сільських населених пунктах із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб (рис. 4.8) найбільша кількість пожеж – 20 (39%) ліквідовувалась з витратою води 5,4 л/с, 13 пожеж (25%) – з витратою 8,1 л/с, 9 пожеж (18%) – з витратою 2,7 л/с, 6 (12%) – з витратою 10,1 л/с та 3 пожежі (6%) – з витратою 12,8 л/с. Середньоквадратичне значення витрати води складає 6,6 л/с.

Результати проведених досліджень в деякій мірі підтверджують припущення автора роботи [56] про те, що необхідну витрату води для пожежогасіння (л/с) можна виразити через формулу (2.6). Припустивши, що будівлі в невеликих населених пунктах сільської місцевості мають орієнтовні розміри від 7х8 м до 10х10 м в плані, а висота приміщень становить 3 м, отримаємо приблизно ті ж витрати: від 3,49 л/с до 6,69 л/с.

#### 4.2.2. Методи прогнозування витрат води на пожежогасіння

Оцінку прогнозування витрат води для населених пунктів із великою кількістю жителів (більше 5 тис. осіб) зроблено у роботах Є. Іванова [56]. Витрати води на гасіння пожеж автором описуються за допомогою експоненційного закону розподілу.

При оцінці пожеж у населених пунктах Івановської області (Росія) Є. Родіоновим у роботі [88] використано закон розподілу

Ерланга 1-го та 2-го порядку де досліджувались і аналізувались пожежі в населених пунктах із числом жителів від 1 тис. до 500 тис. мешканців.

Витрати води для пожежогасіння в сільських населених пунктах України з невеликою чисельністю мешканців до цього часу не досліджувались.

Оскільки у літературних джерелах [56; 88] доведено, що розподіл витрат води для цілей пожежогасіння описується експоненційним законом [56] чи законом розподілу Ерланга [88], при дослідженні пожеж у Рівненській області висунуто наступні припущення:

1. витрати води на пожежогасіння описуються експоненційним законом розподілу;

2. витрати води на пожежогасіння описуються законом розподілу Ерланга.

Оскільки у попередніх роботах використовувався тільки розподіл Ерланга 1-го та 2-го порядків, то з метою підвищення точності оцінки цікавим постало питання про можливість опису витрат води на пожежогасіння за допомогою розподілу Ерланга вищих порядків – 3-10-го.

Для перевірки висунутих гіпотез досліджувались реальні пожежі у Рівненській області, що виникли у сільській місцевості в першій половині 2015 року (п. 4.1).

Щільність експоненційного розподілу має вигляд

$$\varphi(q) = \begin{cases} A \cdot e^{-A \cdot q}, & q > 0 \\ 0, & \text{при } q < 0 \end{cases}, \quad (4.6)$$

де  $A$  – параметр розподілу.

Математичне сподівання ( $q_{cp}$ ) витрат води та його дисперсію ( $D_q$ ) визначено за наступними формулами:

$$q_{cp} = \frac{1}{A} \quad (4.7)$$

$$D_q = \frac{1}{A^2}. \quad (4.8)$$

Закон розподілу Ерланга має наступний характер:

$$\varphi(q) = \frac{(n\mu)^n}{\Gamma(n)} \cdot q^{n-1} \cdot e^{-n\mu q}, \quad (4.9)$$

де  $\Gamma(n)$  – гамма-функція;

$\mu$  – параметр закону розподілу Ерланга;

$n$  – порядок закону розподілу, причому  $\mu > 0$ , а  $n \geq 0$  та ціле.

Математичне сподівання витрат води на гасіння пожеж та його дисперсія у цьому випадку наступні:

$$q_{cp} = \frac{1}{\mu}, \quad (4.10)$$

$$D_q = \frac{1}{\mu^2}. \quad (4.11)$$

Для визначення параметрів розподілів на підставі даних про пожежі застосовувались методи апроксимації функцій та критеріїв згоди [89-98].

*Метод апроксимації функцій.* В загальному випадку апроксимація зводиться до методу найменших квадратів, який дозволяє у якості апроксимуючої вибрати будь-яку інтегровану функцію. Суть методу полягає у пошуку найменшого значення величини

$$M = \int_a^b |f(x) - \varphi(x)|^2 dx, \quad (4.12)$$

де  $[a, b]$  – інтервал у якому здійснюється апроксимація. Прирівнявши до нуля часткові похідні від  $M$  по параметрах, що задають функцію  $\varphi(x)$ , отримано рівняння, які дозволяють знайти значення згаданих параметрів.

Так як функція  $f(x)$  задається таблицею, то формулу (4.12) записано для конкретних точок  $x_0, x_1, \dots, x_n$

$$S = \sum_{i=0}^n |f(x_i) - \varphi(x_i)|^2. \quad (4.13)$$

Якщо шукана функція  $\varphi(x)$  визначається параметрами  $k, l, m$ , то для їх знаходження розв'язують систему рівнянь

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dk} &= 0, \\ \frac{dS}{dl} &= 0, \\ \frac{dS}{dm} &= 0;\end{aligned}\tag{4.14}$$

Для апроксимації застосовано пакет MATHCAD 2000, у якому передбачена функція *genfit*, що реалізує апроксимацію за допомогою методу найменших квадратів.

Оскільки для здійснення апроксимації застосовано числові методи, то отримані результати залежать від вибраного початкового наближення та заданої точності числових розрахунків.

Тому, апроксимація проводилась при різних початкових наближеннях параметрів розподілів  $(0,1 \div 0,9)$ , а точність розрахунків задавалась високою за допомогою вбудованої в MATHCAD константи TOL (її значення задавалось рівним  $10^{-10}$  замість прийнятого за замовчуванням значення  $10^{-3}$ ) [96].

*Визначення типу розподілу емпіричних даних.* Для цього було проаналізовано існуючі методи перевірки типу розподілу емпіричних даних.

Умовно методи перевірки типу розподілу емпіричних даних можна розділити на три великі групи:

- найпростіші методи – методи, які дозволяють швидко дати якісну оцінку типу розподілу і ґрунтуються в основному на властивостях людського зору;
- критерії згоди – критерії, спеціально розроблені для розв'язання цієї задачі, які базуються на глибокому вивченні властивостей різноманітних розподілів, та непараметричних методах статистичної обробки та аналізу даних;
- критерії відхилення розподілу від нормального – дозволяють більш точно, ніж у випадку простих методів, встановити відхилення параметрів емпіричного розподілу від нормального.

Серед найпростіших методів можна виділити групу окомірних методик, які базуються на накладанні графіків емпіричного та деякого теоретичного розподілів із подальшим їх візуальним аналізом, який дозволяє встановити ступінь їх відхилення. Для проведення таких досліджень можна застосувати і спеціальні функції *normplot* та *histfit*,

які входять до складу статистичного розширення пакету MATLAB [89-98].

Перша із них будує графічне відображення емпіричних даних у системі координат, в якій нормальний розподіл виглядає прямою лінією, а інші – спотворюють лінійність графіка.

Друга дозволяє накласти зображення функції густини теоретичного розподілу на гістограму, побудовану із емпіричних даних. У другій групі найпростіших методів порівнюють розраховані на підставі емпіричних даних асиметрію та ексцес із гранично допустимими значеннями для даного об'єму вибірки.

Серед критеріїв згоди, які дозволяють перевірити чи співпадає невідомий закон розподілу емпіричних даних із наперед заданою (чи обчисленою на підставі вибірки) теоретичною функцією розподілу, виділяють критерій Колмогорова, Мізеса ( $\omega^2$ ), Пірсона ( $\chi^2$ ), Шапіро-Уїлка ( $W$ ), Саркаді та максимального розмаху.

Критерії згоди базуються на обчисленні значення певної статистики із наступним порівнянням її із наперед відомими критичними значеннями.

У критерії Колмогорова застосовується так звана  $D$ -статистика

$$D = \max |F_n(x) - F(x)|; \quad (4.15)$$

у критерії Мізеса –  $\omega^2$

$$\omega^2 = \int_{-\infty}^{\infty} [F_n(x) - F(x)]^2 dF(x); \quad (4.16)$$

у критерії Пірсона –  $\chi^2$

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^r \frac{(m_j - np_j)^2}{np_j}. \quad (4.17)$$

У формулах (4.15-4.17) використано наступні позначення:

$F(x)$  – теоретична функція розподілу,

$F_n(x)$  – емпірична функція розподілу,

$n$  – об'єм вибірки,

$r$  – кількість інтервалів у гістограмі,

$m_j$  – кількість попадань випадкової величини у  $j$ -тий інтервал,

$p_j$  – теоретична імовірність попадання випадкової величини у  $j$ -тий інтервал.

Ця особливість робить їх цінними для аналізу великих вибірок, зберігання яких у машинній пам'яті ускладнюється через великий об'єм, у той час, коли зберігання гістограми вибірки не потребує наявності великих ресурсів машинної пам'яті.

Критерій Шапіро-Уїлка використовує так звану  $W$ -статистику і призначений для аналізу малих вибірок даних (3-50).

Критерій Саркаді використовує перетворення, що дозволяє перетворити вихідну вибірку у вибірку, розподілену за стандартним нормальним законом. Після цього обчислюють певні характеристики  $\delta$ , які у випадку нормального розподілу емпіричної вибірки, матимуть рівномірний розподіл.

Найпростішим серед критеріїв згоди є критерій максимального розмаху, який ґрунтується на порівнянні відношення розмаху вибірки  $R$  до її середньоквадратичного відхилення  $s$  із критичними значеннями

$$L_{n.p.} < \frac{R}{s} < H_{n.p.}, \quad (4.18)$$

де  $L_{n.p.}$  і  $H_{n.p.}$  – нижнє та верхнє критичні значення.

Критерії відхилення розподілу від нормального використовують різноманітні моменти вищих порядків для більш точного, ніж у випадку найпростіших критеріїв, виявлення відхилень параметрів емпіричного розподілу від теоретичного нормального [89-98].

Оскільки, витрати води на пожежогасіння описуються не нормальним законом, а експоненційним, то у нашому випадку критерії відхилення розподілу від нормального застосовувати не доцільно. Критерії згоди добре працюють на великих вибірках даних та при кількості інтервалів гістограми більше 10.

У нашому випадку (рис. 4.7, 4.8) гістограма розподілу витрат води має лише 4-5 інтервалів та носить яскраво виражений “дискретний” характер – при великій вибірці даних витрати води набувають тільки значень 2,7; 5,4; 8,1; 10,1; 12,8 та 14,8 л/с. При таких умовах критерії згоди часто не працюють.

Оскільки при проведенні апроксимації похибка перевищує 10% – запропоновано метод оцінки параметрів розподілів витрат води, який ґрунтується на використанні критерія Пірсона для оцінки збігу емпіричних та теоретичних розподілів.

За допомогою електронних таблиць Excel (використовувався модуль Excel «поиск решения») було реалізовано автоматизований



пошук параметрів розподілу витрат води на гасіння пожеж у сільській місцевості за критерієм мінімального значення  $\chi^2$ .

### **4.2.3. Визначення математичних сподівань (очікуваних) витрат води на пожежогасіння**

#### **4.2.3.1. За експоненційним законом розподілу**

На підставі значень гістограм (див. рис. 4.7, 4.8), застосовуючи формулу (4.6) знаходимо функцію розподілу  $\varphi(q)$ .

Отримані числові значення параметрів  $A$  експоненційного закону розподілу, математичних сподівань витрат води та середньоквадратичної похибки апроксимації, залежно від вибраного початкового наближення  $A$ , для населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

#### ***Результати апроксимації витрат води на пожежогасіння експоненційним законом розподілу для населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб***

№ з/п	Початкове наближення параметру $A$	Знайдене значення параметру $A$	Математичне сподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Дисперсія витрат води $D_q$	Похибка апроксимації
1	2	3	4	5	6
1.	0,1	0,6285	1,591	2,5312	0,4342
2.	0,2	0,347	2,882	8,3062	0,3959
3.	0,3	0,3088	3,2388	10,4901	0,3963
4.	0,4	0,3809	2,6254	6,8927	0,3973
5.	0,5	0,4647	2,1518	4,6304	0,406
6.	0,6	0,2244	4,4558	19,8545	0,4077
7.	0,7	0,2936	3,4062	11,6023	0,3971
8.	0,8	0,3588	2,787	7,7673	0,3962
9.	0,9	0,4124	2,425	5,8807	0,3998

Графічне зображення залежностей похибки апроксимації витрат води, математичного сподівання витрат води та дисперсії витрат води для пожежогасіння в сільських населених пунктах із кількістю населення до 1000 осіб наведено на рис. 4.9-4.11.

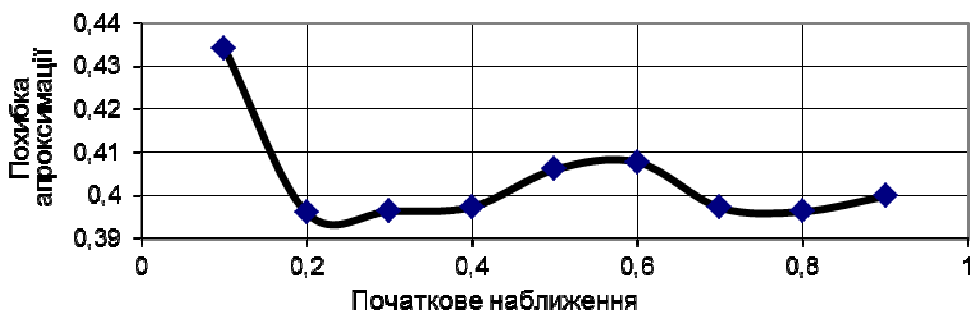


Рис. 4.9. Похибка апроксимації витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із чисельністю населення до 1000 осіб



Рис. 4.10. Математичне сподівання витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із чисельністю населення до 1000 осіб

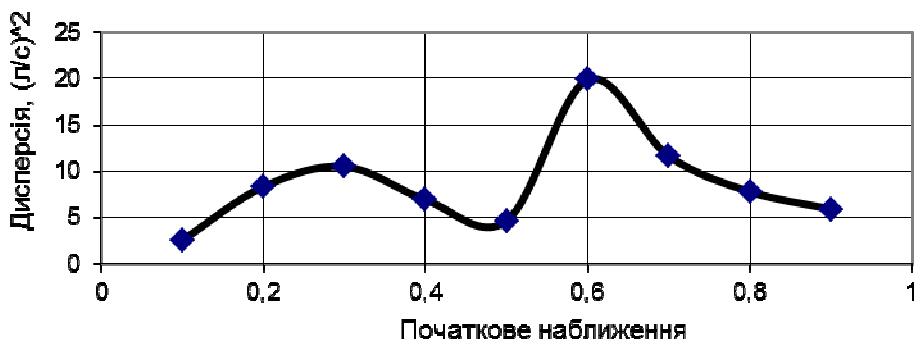


Рис. 4.11. Дисперсія витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із чисельністю населення до 1000 осіб

Вигляд кривої експоненційного закону розподілу витрат води для згаданих параметрів наведено на рис. 4.12 (значком  $\diamond$  відмічені – емпіричні дані).

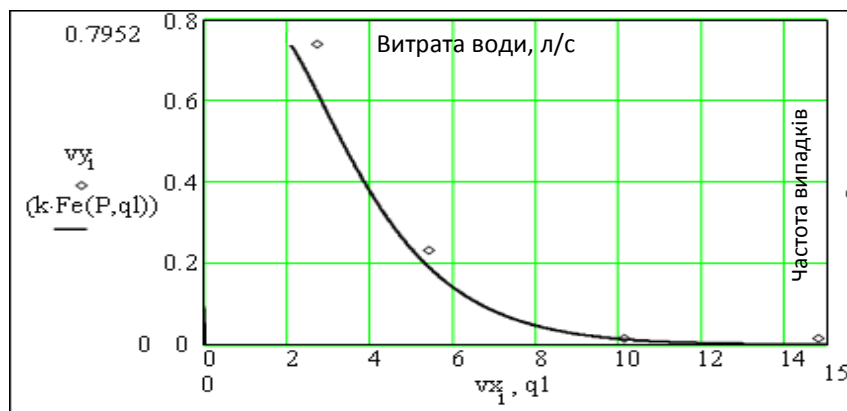


Рис. 4.12. Апроксимована крива розподілу витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб експоненційним законом розподілу

Як бачимо, в результаті апроксимації витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб експоненційним законом розподілу, мінімальна похибка апроксимації 0,3959 досягається при значенні параметра  $A=0,347$ .

Очікувані витрати води  $q_{cp}$  при цьому рівні 2,882 л/с.

Отримані числові значення параметрів  $A$  експоненційного закону розподілу, математичних сподівань витрат води та середньоквадратичної похибки апроксимації, залежно від вибраного початкового наближення  $A$ , для населених пунктів з кількістю мешканців більшою, ніж 1000 осіб наведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

**Результати апроксимації витрат води на пожежогасіння експоненційним законом розподілу для сільських населених пунктів із кількістю населення більше 1000 осіб**

№ з/п	Початкове наближення параметру $A$	Знайдене значення параметру $A$	Математичне сподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Дисперсія витрат води $D_q$	Похибка апроксимації
1	2	3	4	5	6
1.	0,1	0,1369	7,3071	53,3943	0,1657
2.	0,2	0,1723	5,804	33,6864	0,164
3.	0,3	0,1598	6,259	39,175	0,1641
4.	0,4	0,1691	5,914	34,9754	0,164
5.	0,5	0,2741	3,6486	13,312	0,1742
6.	0,6	0,4148	2,4106	5,811	0,1963
7.	0,7	0,5453	1,8339	3,3632	0,2131
8.	0,8	0,034	29,4261	865,894	0,2162
9.	0,9	0,1552	6,4422	41,5023	0,1643

Графічне зображення залежностей похибки апроксимації, математичного сподівання та дисперсії витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб наведено на рис. 4.13-4.15.

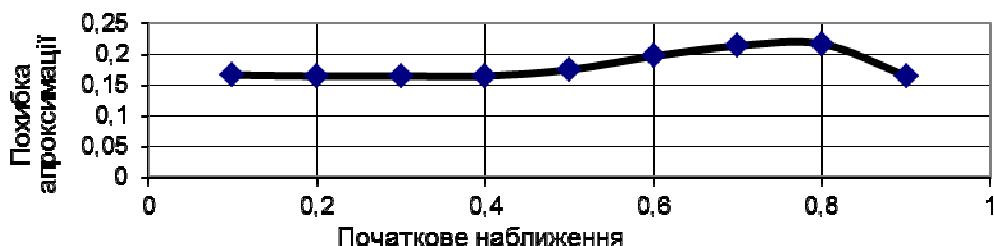


Рис. 4.13. Похибка апроксимації розподілу витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб

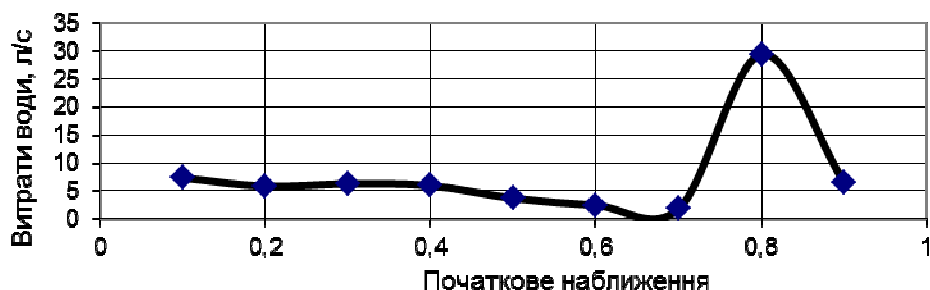


Рис. 4.14. Математичне сподівання витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб

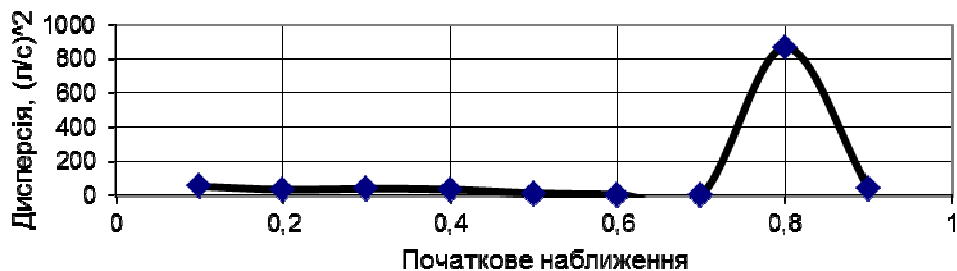


Рис. 4.15. Дисперсія витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб

Вигляд апроксимованої кривої експоненційним законом розподілу витрат води для згаданих параметрів для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб наведено на рис. 4.16 (значком  $\diamond$  відмічені – емпіричні дані).

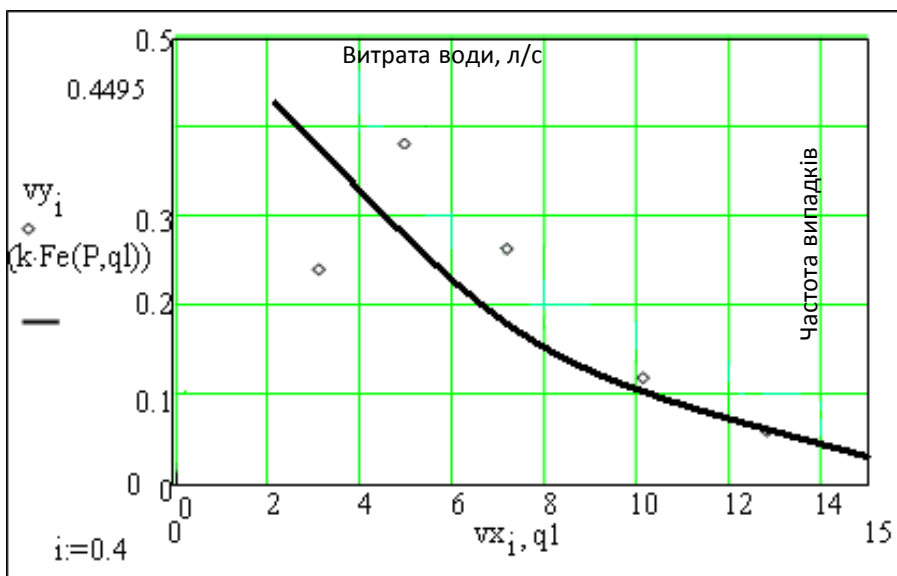


Рис. 4.16. Апроксимована крива розподілу витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб

В результаті апроксимації витрат води на цілі пожежогасіння для сільських населених пунктів з кількістю мешканців більшою, ніж 1000 осіб експоненційним законом розподілу, мінімальна похибка апроксимації 0,164 досягається при значенні параметра початкового наближення  $A=0,1723$  та  $A=0,1691$ .

Очікувані витрати води  $q_{cp}$  при цьому рівні 5,804 л/с та 5,914 л/с відповідно.

#### 4.2.3.2. За законом розподілу Ерланга

Для проведення досліджень витрат води на пожежогасіння в сільських населених пунктах з кількістю мешканців до 1000 осіб та більшою, ніж 1000 осіб окремо було проаналізовано розподіли Ерланга від 1-го по 10-й порядок при різних значеннях початкового наближення параметра  $\mu$ .

На підставі значень гістограм (див. рис. 4.7, 4.8), застосовуючи формулу (4.9) визначено функцію розподілу  $\phi(q)$  окремо для населених пунктів з чисельністю мешканців до 1000 осіб і більше 1000 осіб.

Результати цих обчислень наведено у табл. 4.5 та табл. 4.6 відповідно.

Таблиця 4.5

**Результати апроксимації витрат води на пожежогасіння  
законом розподілу Ерланга різного порядку (для сільських  
пунктів із кількістю населення до 1000 осіб)**

№ з/п	Порядок n	Початкове наближення параметра $\mu$	Апроксимоване значення параметра $\mu$	Матсподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Дисперсія $D_q$	Похибка апроксимації
1.	1	0,1	0,6285	1,591	2,5312	0,4342
2.	1	0,2	0,347	2,882	8,3042	0,3959
3.	1	0,3	0,3088	3,2388	10,4901	0,3963
4.	1	0,4	0,3809	2,6254	6,8927	0,3973
5.	1	0,5	0,4647	2,1518	4,6304	0,406
6.	1	0,6	0,2244	4,4558	19,8545	0,4077
7.	1	0,7	0,2936	3,4062	11,6023	0,3971
8.	1	0,8	0,3588	2,787	7,7673	0,3962
9.	1	0,9	0,4124	2,425	5,8807	0,3998
10.	2	0,1	0,4526	2,2093	2,4405	0,3391
11.	2	0,2	0,2635	3,7948	7,2002	0,3329
12.	2	0,3	0,3441	2,9065	4,224	0,3204
13.	2	0,4	0,2921	3,4235	5,8603	0,3249
14.	2	0,5	0,3261	3,0668	4,7027	0,3206
15.	2	0,6	0,4264	2,3454	2,7504	0,3321
16.	2	0,7	0,5112	1,956	1,913	0,3585
17.	2	0,8	0,5747	1,7402	1,5141	0,3829
18.	2	0,9	0,6132	1,6309	1,3299	0,3986
19.	3	0,1	0,3454	2,8952	2,794	0,2719
20.	3	0,2	0,4289	2,3314	1,8118	0,2897
21.	3	0,3	0,3287	3,0419	3,0843	0,2725
22.	3	0,4	0,3071	3,2562	3,5344	0,276
23.	3	0,5	0,3916	2,5537	2,1739	0,2781
24.	3	0,6	0,4946	2,022	1,3628	0,32
25.	3	0,7	0,5707	1,7523	1,0235	0,3639
26.	3	0,8	0,62	1,6129	0,8672	0,394
27.	3	0,9	0,6305	1,5861	0,8386	0,4004
28.	4	0,1	0,3438	2,9087	2,1151	0,2364
29.	4	0,2	0,4853	2,0604	1,0614	0,2921
30.	4	0,3	0,321	3,1152	2,426	0,2391
31.	4	0,4	0,3102	3,2242	2,5989	0,242
32.	4	0,5	0,4281	2,336	1,3642	0,2582
33.	4	0,6	0,5234	1,9105	0,9125	0,3197
34.	4	0,7	0,5916	1,6904	0,7143	0,3739
35.	4	0,8	0,625	1,5999	0,6399	0,4006
36.	4	0,9	0,5948	1,6814	0,7068	0,3734
37.	5	0,1	0,3438	2,9087	1,6921	0,2364

№ з/п	Порядок п	Початкове наближення параметра $\mu$	Апроксимоване значення параметра $\mu$	Матсподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Дисперсія $D_q$	Похибка апроксимації
38.	5	0,2	0,4853	2,0604	0,8491	0,2921
39.	5	0,3	0,321	3,1152	1,9408	0,2391
40.	5	0,4	0,3102	3,2242	2,0791	0,242
41.	5	0,5	0,4281	2,336	1,0914	0,2582
42.	5	0,6	0,5234	1,9105	0,73	0,3197
43.	5	0,7	0,5916	1,6904	0,5715	0,3739
44.	5	0,8	0,625	1,5999	0,5119	0,4006
45.	5	0,9	0,5948	1,6814	0,5654	0,3764
46.	6	0,1	0,4304	2,3233	0,8996	0,2151
47.	6	0,2	0,4362	2,2927	0,8761	0,2192
48.	6	0,3	0,3755	2,6632	1,1821	0,189
49.	6	0,4	0,3223	3,1025	1,6043	0,1917
50.	6	0,5	0,2821	3,5447	2,0942	0,2193
51.	6	0,6	0,2986	3,349	1,8693	0,2048
52.	6	0,7	0,1444	6,9241	7,9905	0,4852
53.	6	0,8	0,586	1,7066	0,4854	0,3776
54.	7	0,1	0,45	2,2223	0,7055	0,2153
55.	7	0,2	0,2806	3,5641	1,8147	0,21
56.	7	0,3	0,4176	2,3945	0,8191	0,189
57.	7	0,4	0,335	2,985	1,2729	0,1701
58.	7	0,5	0,3232	3,0942	1,3678	0,1743
59.	7	0,6	0,3224	3,1021	1,3747	0,1747
60.	7	0,7	0,595	1,6807	0,4035	0,3979
61.	7	0,8	0,5464	1,8302	0,4785	0,333
62.	8	0,1	0,45	2,2223	0,6173	0,2153
63.	8	0,2	0,2806	3,5641	1,5879	0,21
64.	8	0,3	0,4176	2,3945	0,7167	0,189
65.	8	0,4	0,335	2,985	1,1138	0,1701
66.	8	0,5	0,3232	3,0942	1,1968	0,1743
67.	8	0,6	0,3224	3,1021	1,2029	0,1747
68.	8	0,7	0,595	1,6807	0,3531	0,3979
69.	8	0,8	0,5464	1,8302	0,4187	0,333
70.	9	0,1	0,4962	2,0151	0,4512	0,2616
71.	9	0,2	0,3034	3,296	1,2071	0,1748
72.	9	0,3	0,3749	2,6673	0,7905	0,1531
73.	9	0,4	0,3481	2,8729	0,9171	0,1519
74.	9	0,5	0,3505	2,8529	0,9043	0,1516
75.	9	0,6	0,3355	2,981	0,9874	0,1549
76.	9	0,7	0,5876	1,7017	0,3218	0,3987
77.	9	0,8	0,4909	2,0369	0,461	0,2541
78.	10	0,1	0,3934	2,5421	0,6468	0,1324

№ з/п	Порядок n	Початкове наближення параметра $\mu$	Апроксимоване значення параметра $\mu$	Матсподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Дисперсія $D_q$	Похибка апроксимації
79.	10	0,2	0,3401	2,9399	0,8643	0,129
80.	10	0,3	0,3476	2,8765	0,8274	0,1266
81.	10	0,4	0,368	2,7176	0,7386	0,1251
82.	10	0,5	0,3603	2,7752	0,7702	0,1249
83.	10	0,6	0,3429	2,9165	0,8506	0,128
84.	10	0,7	0,5634	1,775	0,3151	0,3808

В результаті апроксимації витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб законом розподілу Ерланга, мінімальна похибка апроксимації 0,2364 досягається при 4-му та 5-му порядку апроксимації і значенні параметра  $\mu=0,3438$  та  $\mu=0,321$ .

Очікувані витрати води ( $q_{cp}$ ) при цьому рівні 2,9087 та 3,1152 л/с відповідно.

Графічне зображення залежностей похибки апроксимації, математичного сподівання та дисперсії витрат води на пожежогасіння за законом розподілу Ерланга для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб наведено на рис. 4.17-4.19.

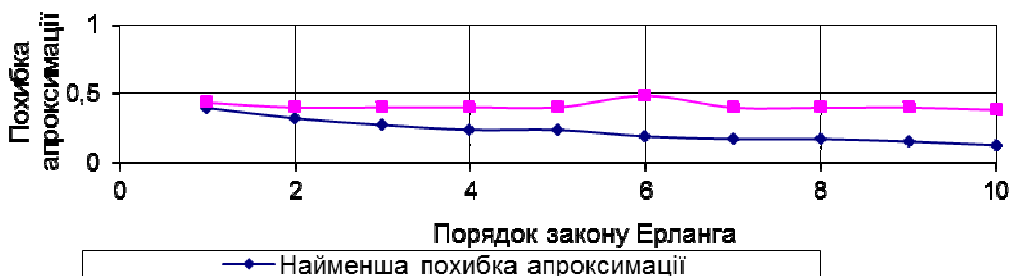


Рис. 4.17. Похибка апроксимації витрат води на пожежогасіння для пунктів із кількістю населення до 1000 осіб

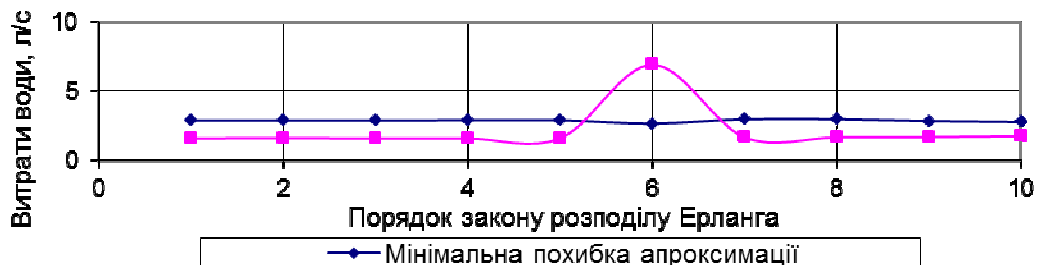


Рис. 4.18. Математичне сподівання витрат води на пожежогасіння для пунктів із кількістю населення до 1000 осіб



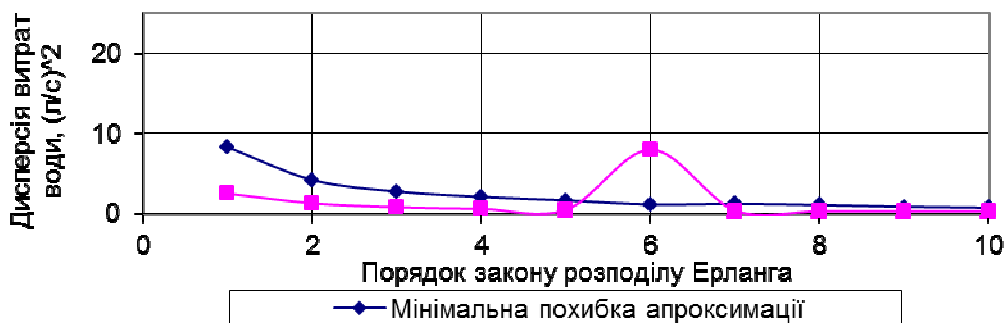


Рис. 4.19. Дисперсія витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб

Вигляд апроксимованої кривої законом розподілу Ерланга різних порядків із накладеними на неї емпіричними даними (значком  $\square$  відмічені – емпіричні дані) для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб зображено на рис. 4.20, 4.21.

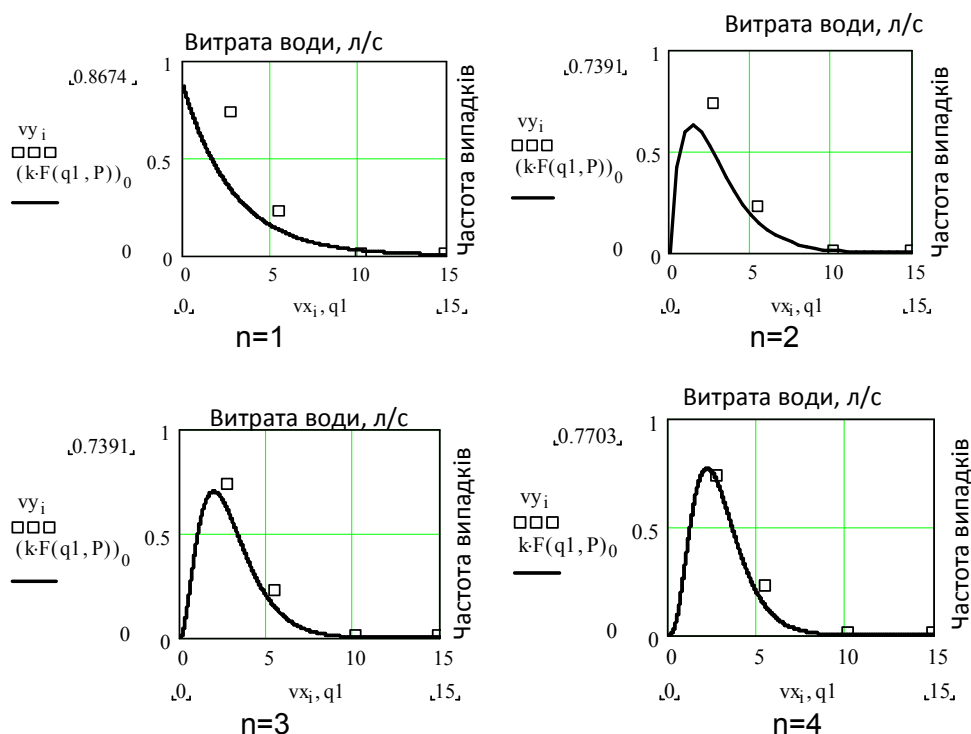


Рис. 4.20. Апроксимована крива витрат води законом розподілу Ерланга 1-4-го порядку для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб ( $n$  – порядок закону розподілу Ерланга,  $\square$  – емпіричні дані)

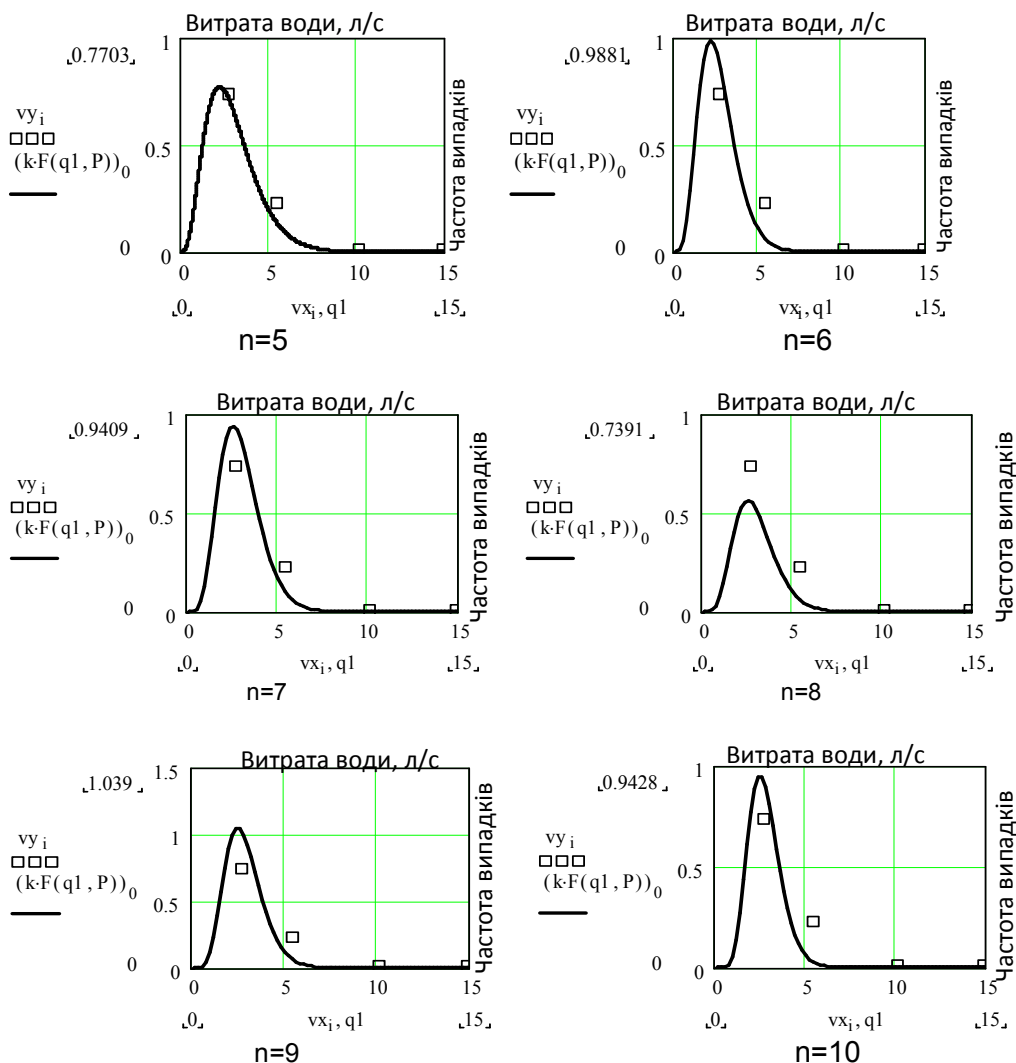


Рис. 4.22. Апроксимована крива витрат води законом розподілу Ерланга 5-10-го порядку для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб ( $n$  – порядок закону розподілу Ерланга,  $\square$  – емпіричні дані)

Із графіків (див. рис. 4.20-4.22) видно, що для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб витрати води на гасіння пожеж максимально наближено описуються законом Ерланга 4-го та 5-го порядку.

Четвертий та п'ятий порядок закону розподілу Ерланга для опису витрат води на пожежогасіння в невеликих сільських населених пунктах застосовується вперше.

Таблиця 4.6

**Результати апроксимації витрат води на пожежогасіння  
законом розподілу Ерланга різного порядку (для сільських  
пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб)**

№ з/п	Порядок n	Початкове наближення параметра $\mu$	Апроксимоване значення параметра $\mu$	Матсподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Дисперсія $D_q$	Похибка апроксимації
1.	1	0,1	0,1369	7,3071	53,3943	0,1657
2.	1	0,2	0,347	2,882	8,3042	0,3959
3.	1	0,3	0,3088	3,2388	10,4901	0,3963
4.	1	0,4	0,3809	2,6254	6,8927	0,3973
5.	1	0,5	0,4647	2,1518	4,6304	0,406
6.	1	0,6	0,2244	4,4558	19,8545	0,4077
7.	1	0,7	0,2936	3,4062	11,6023	0,3971
8.	1	0,8	0,3588	2,787	7,7673	0,3962
9.	1	0,9	0,4124	2,425	5,8807	0,3998
10.	2	0,1	0,4526	2,2093	2,4405	0,3391
11.	2	0,2	0,2635	3,7948	7,2002	0,3329
12.	2	0,3	0,3441	2,9065	4,224	0,3204
13.	2	0,4	0,2921	3,4235	5,8603	0,3249
14.	2	0,5	0,3261	3,0668	4,7027	0,3206
15.	2	0,6	0,4264	2,3454	2,7504	0,3321
16.	2	0,7	0,5112	1,956	1,913	0,3585
17.	2	0,8	0,5747	1,7402	1,5141	0,3829
18.	2	0,9	0,6132	1,6309	1,3299	0,3986
19.	3	0,1	0,3454	2,8952	2,794	0,2719
20.	3	0,2	0,166	6,0253	3,6304	0,0866
21.	3	0,3	0,1598	6,2567	3,9147	0,087
22.	3	0,4	0,5304	1,8853	0,3554	0,2382
23.	3	0,5	0,5575	1,7936	0,3217	0,236
24.	3	0,6	0,5575	1,7938	0,3218	0,236
25.	3	0,7	0,5505	1,8165	0,33	0,2362
26.	3	0,8	0,1864	5,3646	2,8779	0,0909
27.	4	0,1	0,1959	5,1036	6,5116	0,1127
28.	4	0,2	0,1614	6,1964	9,5987	0,1067
29.	4	0,3	0,1307	7,6525	14,6401	0,1184
30.	4	0,4	0,0885	11,2949	31,8938	0,1669
31.	4	0,5	0,4674	2,1397	1,1445	0,2323
32.	4	0,6	0,5458	1,8323	0,8393	0,2333
33.	4	0,7	0,5434	1,8402	0,8466	0,2333
34.	4	0,8	0,4139	2,4162	1,4596	0,2271
35.	4	0,9	0,1614	6,1951	9,5949	0,1067
36.	5	0,1	0,1959	5,1036	5,2093	0,1127

№ з/п	Порядок п	Початкове наближення параметра $\mu$	Апроксимоване значення параметра $\mu$	Матсподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Дисперсія $D_q$	Похибка апроксимації
37.	5	0,2	0,1614	6,1964	7,679	0,1067
38.	5	0,3	0,1307	7,6525	11,7121	0,1184
39.	5	0,4	0,0885	11,2949	25,515	0,1669
40.	5	0,5	0,4674	2,1397	0,9156	0,2323
41.	5	0,6	0,5458	1,8323	0,6714	0,2333
42.	5	0,7	0,5434	1,8402	0,6773	0,2333
43.	5	0,8	0,4139	2,4162	1,1677	0,2271
44.	5	0,9	0,1614	6,1951	7,6759	0,1067
45.	6	0,1	0,1458	6,8585	7,8398	0,1001
46.	6	0,2	0,1912	5,2297	4,5582	0,0993
47.	6	0,3	0,2295	4,3568	3,1636	0,1246
48.	6	0,4	0,1446	6,9173	7,9748	0,1007
49.	6	0,5	0,5745	1,7405	0,5049	0,2357
50.	6	0,6	0,5759	1,7364	0,5025	0,2357
51.	6	0,7	0,5701	1,7542	0,5129	0,2357
52.	6	0,8	0,1555	6,4269	6,8899	0,0961
53.	6	0,9	0,2819	3,5177	2,0978	0,1786
54.	7	0,1	0,1568	6,3777	5,8107	0,0926
55.	7	0,2	0,1808	5,5307	4,3698	0,0927
56.	7	0,3	0,206	4,8541	3,3661	0,104
57.	7	0,4	0,5511	1,8144	0,4703	0,2366
58.	7	0,5	0,5722	1,7475	0,4362	0,2359
59.	7	0,6	0,5726	1,7464	0,4357	0,2359
60.	7	0,7	0,5659	1,7672	0,4461	0,236
61.	7	0,8	0,1551	6,4485	5,9404	0,0931
62.	7	0,9	0,0317	31,5055	141,7991	0,2641
63.	8	0,1	0,1568	6,3777	5,0844	0,0926
64.	8	0,2	0,1808	5,5307	3,8236	0,0927
65.	8	0,3	0,206	4,8541	2,9453	0,104
66.	8	0,4	0,5511	1,8144	0,4115	0,2366
67.	8	0,5	0,5722	1,7475	0,3817	0,2359
68.	8	0,6	0,5726	1,7464	0,3812	0,2359
69.	8	0,7	0,5659	1,7672	0,3904	0,236
70.	8	0,8	0,1551	6,4485	5,1978	0,0931
71.	8	0,9	0,0317	31,5055	124,0743	0,2641
72.	9	0,1	0,1583	6,3187	4,4363	0,0901
73.	9	0,2	0,1741	5,7439	3,6659	0,0894
74.	9	0,3	0,1819	5,4985	3,3592	0,091
75.	9	0,4	0,5661	1,7665	0,3467	0,236
76.	9	0,5	0,5676	1,7617	0,3448	0,236

№ з/п	Порядок n	Початкове наближення параметра $\mu$	Апроксимоване значення параметра $\mu$	Матсподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Дисперсія $D_q$	Похибка апроксимації
77.	9	0,6	0,5678	1,7613	0,3447	0,236
78.	9	0,7	0,4997	2,0012	0,445	0,2458
79.	9	0,8	0,1057	9,4603	9,9442	0,1483
80.	9	0,8	0,6738	1,4841	0,2447	0,2473
81.	10	0,1	0,1594	6,2726	3,9346	0,0871
82.	10	0,2	0,166	6,0253	3,6304	0,0866
83.	10	0,3	0,1598	6,2567	3,9147	0,087
84.	10	0,4	0,5304	1,8853	0,3554	0,2382
85.	10	0,5	0,5575	1,7936	0,3217	0,236
86.	10	0,6	0,5575	1,7938	0,3218	0,236
87.	10	0,7	0,5505	1,8165	0,33	0,2362
88.	10	0,8	0,1864	5,3646	2,8779	0,0909

В результаті апроксимації витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів з кількістю мешканців більше, ніж 1000 осіб, мінімальна похибка апроксимації 0,0926 та 0,0927 досягається при 6-7-му порядку апроксимації і значенні параметра  $\mu=0,1555$ ,  $\mu=0,1808$  відповідно.

Очікувані витрати води ( $q_{cp}$ ) на гасіння пожеж при цьому рівні 5,5307 та 6,3777 л/с.

Графічне зображення залежностей похибки апроксимації, математичного сподівання та дисперсії витрат води на пожежогасіння за законом розподілу Ерланга для сільських населених пунктів із чисельністю населення більше, ніж 1000 осіб наведено на рис. 4.23-4.25.

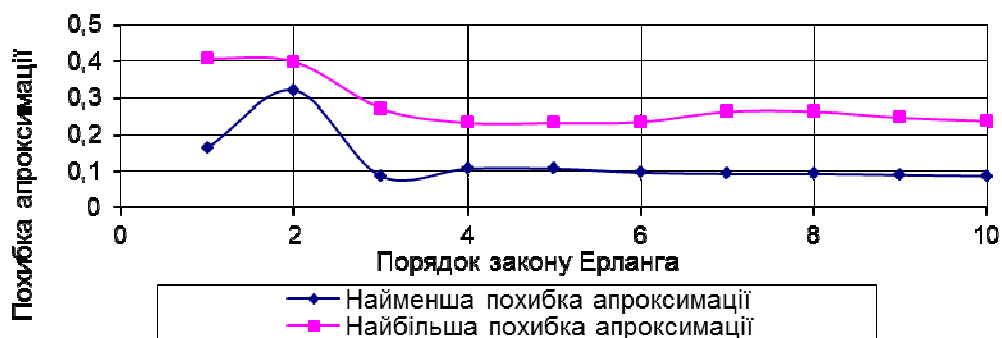


Рис. 4.23. Похибка апроксимації витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб



Рис. 4.24. Математичне сподівання витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб

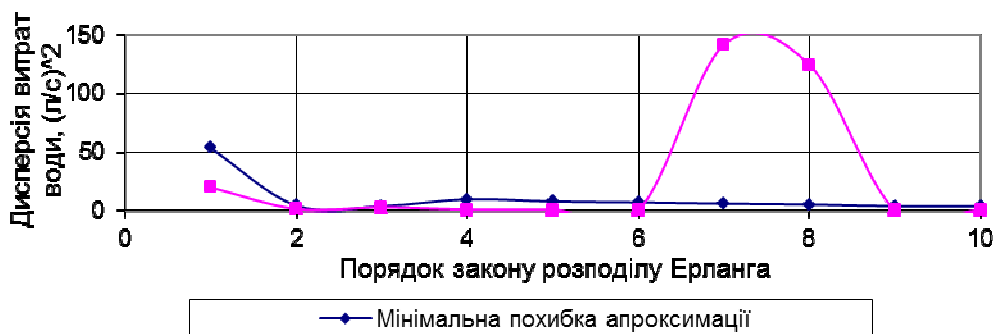


Рис. 4.25. Дисперсія витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб

Вигляд апроксимованої кривої законом розподілу Ерланга різних порядків із накладеними на неї емпіричними даними (значком  $\square$  – відмічені емпіричні дані) для сільських населених пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб зображено на рис. 4.26, 4.27.

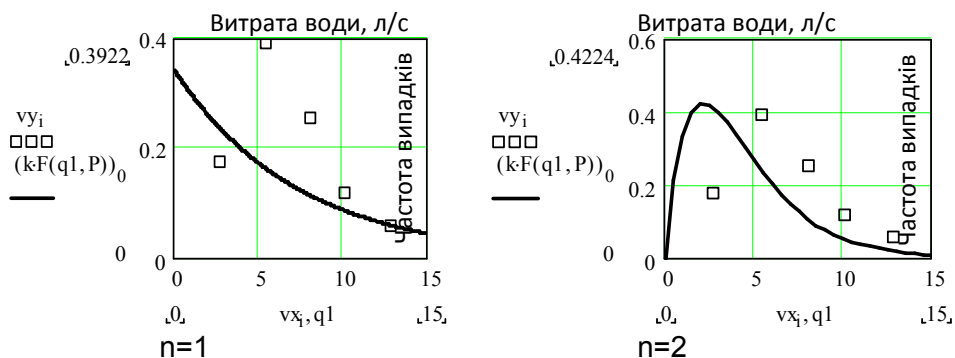


Рис. 4.26. Апроксимована крива витрат води на пожежогасіння законом розподілу Ерланга 1-2-го порядку для сільських населених пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб

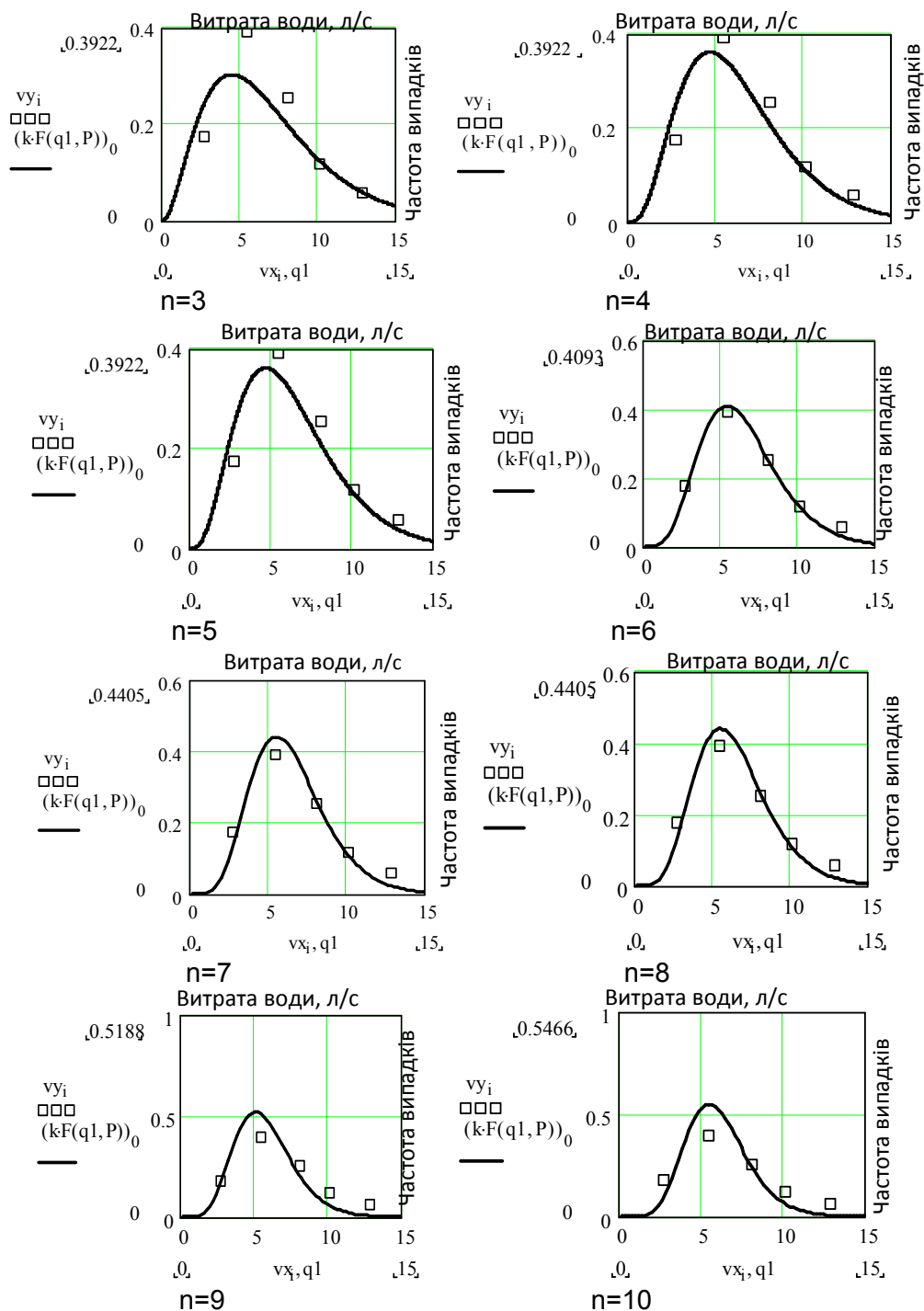


Рис. 4.27. Апроксимована крива витрат води на пожежогасіння законом розподілу Ерланга 3-10-го порядку для сільських населених пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб ( $n$  – порядок закону розподілу Ерланга,  $\square$  – емпіричні дані)

Як видно із графіків (див. рис. 4.26, 4.27) для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб витрати води на пожежогасіння максимально наближено описуються законом Ерланга 6-7-го порядку.

Шостий та сьомий порядок закону розподілу Ерланга для опису витрат води на пожежогасіння застосовується вперше.

#### **4.2.4. Оцінка збігу емпіричних та теоретичних розподілів витрат води на пожежогасіння на основі критерію згоди Пірсона**

Оскільки при проведенні апроксимації похибка перевищує 10%, тому для оцінки збігу емпіричних та теоретичних розподілів було запропоновано метод оцінки параметрів розподілів витрат води на пожежогасіння, який ґрунтується на використанні критерію Пірсона.

За допомогою електронних таблиць Excell (використовувався модуль Excell «поиск решения») було реалізовано автоматизований пошук параметрів розподілу витрат води за критерієм мінімального значення ( $\chi^2$ ) [89-98].

Результати проведених обчислень та перевірки збігу емпіричних розподілів витрат води із теоретичними за критерієм згоди Пірсона для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб та більше, ніж 1000 осіб, окремо, наведені у табл. 4.7 та 4.8 відповідно.

Таблиця 4.7

#### **Результати перевірки збігу емпіричних розподілів витрат води із теоретичним за критерієм згоди Пірсона для сільських населених пунктів із кількістю населення до 1000 осіб**

Закон розподілу	Параметр $\mu$	Матсподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Значення критерія $\chi^2$	Міра точності, p
Експоненційний	0,479589	2,085119	3,78585065	0,25
Ерланга 1-го порядку	0,479589	2,085119	3,78585065	0,25
Ерланга 2-го порядку	0,399387	2,503837	8,47949513	0,025
Ерланга 3-го порядку	0,3503	2,854698	19,58124	<0,001
Ерланга 4-го порядку	0,319503	3,129859	35,42799	<0,001

Як видно з табл. 4.7, для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб маємо збіг із мірою точності 0,25 та менше. Це пояснюється тим, що при достатній кількості вхідних даних, маємо інтервали, у які попадає лише один елемент. Змінити границі



інтервалів неможливо, оскільки значення витрат води носить дискретний характер. Об'єднати інтервали також неможливо, оскільки тоді їх кількість зменшиться до 2, що є недостатньою для застосування будь-яких критеріїв згоди.

Таблиця 4.8

**Результати перевірки збігу емпіричних розподілів витрат води із теоретичними за критерієм згоди Пірсона для сільських населених пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб**

Закон розподілу	Параметр $\mu$	Матсподівання витрат води $q_{cp}$ , л/с	Значення критерія $\chi^2$	Міра точності $p$
Експоненційний	0,147166	6,795059	15,5497042	< 0,001
Ерланга 1-го порядку	0,147166	6,795059	15,5497042	< 0,001
Ерланга 2-го порядку	0,165648	6,036898	2,51370906	0,50
Ерланга 3-го порядку	0,176938	5,651704	0,229431	0,99
Ерланга 4-го порядку	0,182202	5,488401	1,217264	0,80
Ерланга 5-го порядку	0,28	3,571429	1,062682	0,90

Для сільських населених пунктів із кількістю населення більше, ніж 1000 осіб, припущення про розподіл витрат води за законом Ерланга 2-5-го порядку можна прийняти із мірою точності більшою 0,5. А для закону розподілу Ерланга 3-го порядку міра точності сягає 0,99. Тому можна вважати, що для сільських населених пунктів із кількістю мешканців більше, ніж 1000 осіб, витрати води на пожежогасіння розподілені за законом розподілу Ерланга, і очікувані витрати води на пожежогасіння при цьому становлять 5,65 л/с.

Графіки розподілів витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів з кількістю мешканців більше, ніж 1000 осіб, накладені на емпіричну гістограму, наведені на рис. 4.28-4.32.

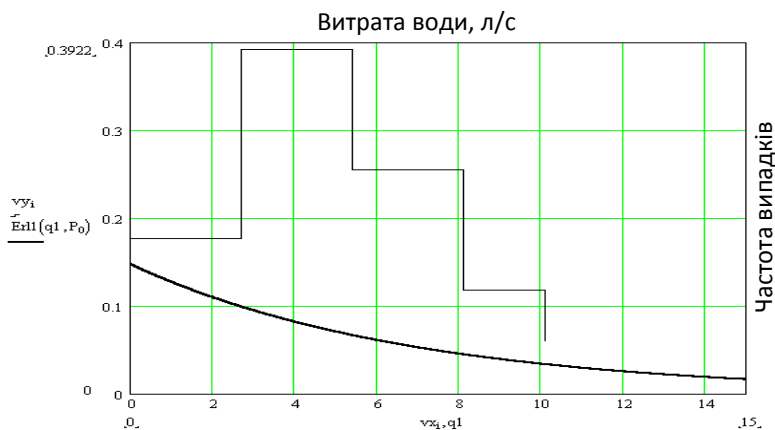


Рис. 4.28. Розподіл витрат води на пожежогасіння за законом Ерланга 1-го порядку із накладеною емпіричною гістограмою

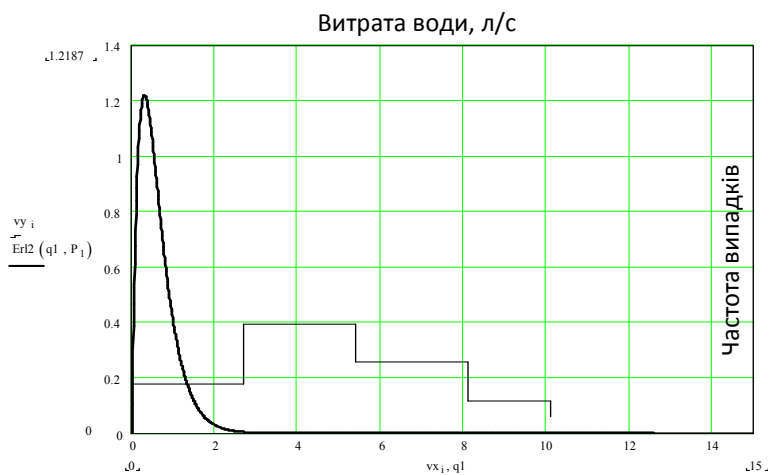


Рис. 4.29. Розподіл витрат води на пожежогасіння за законом Ерланга 2-го порядку із накладеною емпіричною гістограмою

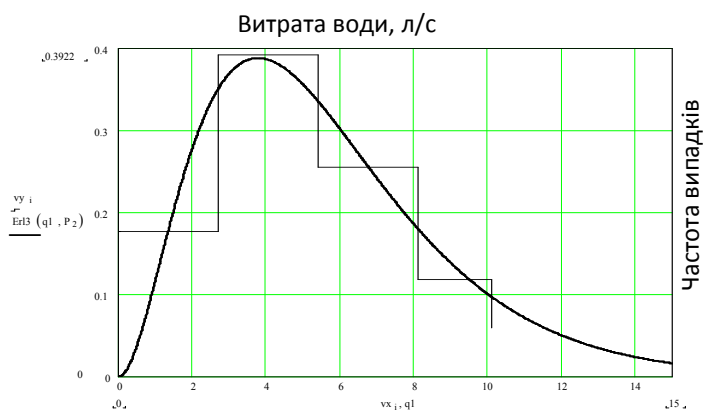


Рис. 4.30. Розподіл витрат води на пожежогасіння за законом Ерланга 3-го порядку із накладеною емпіричною гістограмою

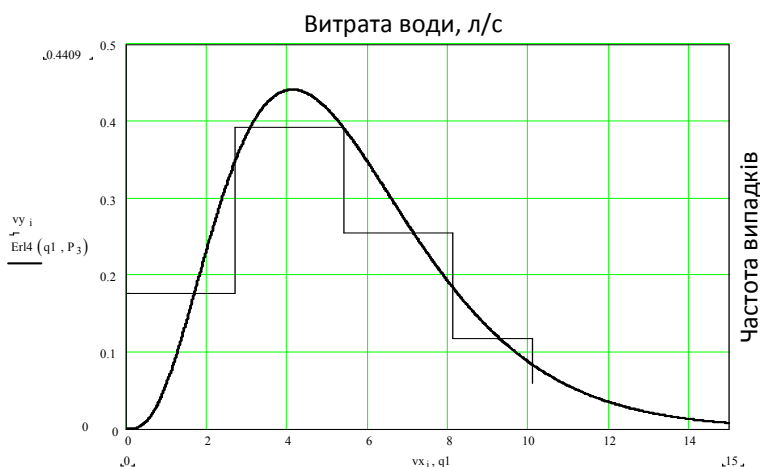


Рис. 4.31. Розподіл витрат води на пожежогасіння за законом Ерланга 4-го порядку із накладеною емпіричною гістограмою

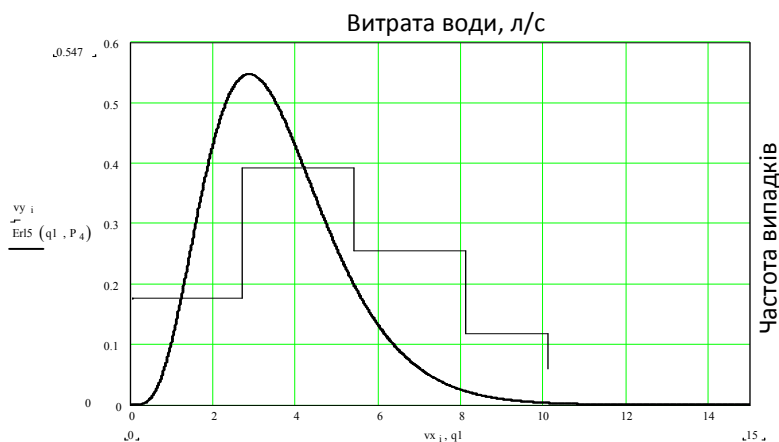


Рис. 4.32. Розподіл витрат води на пожежогасіння за законом Ерланга 5-го порядку із накладеною емпіричною гістограмою

Як видно з рис. 4.30, для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб витрати води описуються законом Ерланга 3-го порядку із надійністю 0,99. Отже, математичне сподівання витрат води при оцінці розподілів витрат води на основі критерію згоди Пірсона становить 5,65 л/с.

Для сільських населених пунктів із чисельністю населення до 1000 осіб застосування критерію згоди Пірсона дозволяє говорити лише про рівень надійності оцінки 0,25.

Тому на підставі апроксимації кривої розподілу розподілом Ерланга 1-10 порядків математичне сподівання витрат води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із чисельністю населення до 1000 осіб приймаємо близьким до 3 л/с.

Таким чином, час створення в будівлі одного або декількох небезпечних факторів пожежі, на початковій стадії, становить актуальну проблему для прийняття вчасних адекватних дій або рішень щодо ліквідації пожежі. Чим менша площа пожежі (а це можливе в початковий момент виникнення та розповсюдження пожежі) – тим менша необхідна витрата води на її пожежогасіння.

Комп'ютерне моделювання розвитку пожеж у населених пунктах сільської місцевості Рівненщини для різноманітних форм розповсюдження пожежі дозволило зробити наступні висновки:

- час прибуття пожежних підрозділів у 2-3 рази перевищує час повного охоплення будівлі (споруди) вогнем. Отже, довготривалість гасіння пожеж пояснюється тим, що пожежно-рятувальний підрозділ прибував уже тоді, коли будівля тривалий час була повністю охоплена вогнем, і на її ліквідацію необхідно було подати велику витрату води;
- за умови прибуття пожежних підрозділів у початковий момент розвитку пожежі, необхідна витрата води на пожежогасіння не перевищувала б 3,7 л/с – для сільських населених пунктів з кількістю

мешканців до 1000 осіб та 7,4 л/с – для сільських населених пунктів з кількістю мешканців більшою, ніж 1000 осіб.

Перевірено і підтверджено припущення про можливість розподілу витрат води на пожежогасіння за експоненційним законом розподілу та за законом розподілу Ерланга:

- витрати води на пожежогасіння за експоненційним законом розподілу для сільських населених пунктів із населенням до 1000 осіб становлять – 2,882 л/с, а для сільських населених пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб – 5,804 л/с та 5,914 л/с.

- витрати води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із населенням до 1000 осіб за законом розподілу Ерланга 4-5-го порядку становлять відповідно 2,9087 та 3,1152 л/с, а для сільських населених пунктів із населенням більше, ніж 1000 осіб за законом розподілу Ерланга 6-7-го порядку становлять відповідно 5,5307 та 6,3777 л/с.

На підставі застосування критерію згоди Пірсона ( $\chi^2$ ) підтверджено припущення про розподіл витрат води на пожежогасіння за законом розподілу Ерланга:

- для пунктів із кількістю населення більшою, ніж 1000 осіб витрати води описуються законом розподілу Ерланга 3-го порядку, математичне сподівання витрат води при цьому становить 5,65 л/с.

- третій порядок закону розподілу Ерланга для опису витрат води на пожежогасіння застосовується вперше.

Таким чином, нормативні витрати води [38] на пожежогасіння для сільських населених пунктів до 1000 осіб становлять – 5,0 л/с, а для населених пунктів з чисельністю понад 1000 осіб – 10,0 л/с. Забезпечити подачу вказаних нормативних витрат води на гасіння пожеж є проблематичним, оскільки наявні технічні засоби, якими оснащені пожежні автомобілі забезпечують інші витрати (див. п.п. 1.3.3, 2.10).

Середні фактичні витрати води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із населенням до 1000 осіб становили 3,4 л/с, а для сільських населених пунктів із населенням більше, ніж 1000 осіб – 6,6 л/с. Вказані витрати на гасіння пожеж дещо менші за нормативні.

Отримані значення прогнозування та моделювання пожеж підтверджують те, що витрати води на пожежогасіння для сільських населених пунктів із населенням до 1000 осіб слід приймати 3,7 л/с, а для сільських населених пунктів із населенням більше, ніж 1000 осіб – 7,4 л/с, що відповідає технічній характеристиці пожежного ствола РС-70. Окрім того, вказані витрати з пожежного ствола РС-70 та його ефективність були підтверджені експериментальними дослідженнями (п. 3.1).

Очевидним є те, що найбільша ефективність гасіння пожежі та рятування людей досягається у початковій стадії виникнення пожежі, тобто до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

Підрозділи місцевої пожежної охорони та інші добровільні протипожежні формування, що дислокуються у сільській місцевості та перебувають на утриманні об'єднаних територіальних громад знаходяться на стадії свого становлення і не у повному обсязі забезпечені пожежною технікою та необхідним пожежно-технічним обладнанням.

Наявні системи водопостачання низького тиску та штучні і природні водойми сільських населених пунктів використовуються для гасіння пожеж лише за умови наявності, в нормативному радіусі виїзду, пожежної техніки, яка забезпечує забір та подачу води до осередку пожежі з необхідною витратою та напором.

Хоча існуючими нормативними документами передбачено будівництво водопроводів високого тиску, однак порядок їх застосування для гасіння пожеж нічим не регламентовано. Окрім того, будівництво та експлуатація таких водопроводів є дороговартісними.

Тому, для невеликих сільських населених пунктів, і особливо для тих, що знаходяться на значних відстанях від районних центрів та центральних садиб агропромислових господарств де зосереджені протипожежні формування з пересувною пожежною технікою, слід пропонувати будівництво чи реконструкцію удосконалених централізованих систем водопостачання підвищеного тиску.

Необхідні вільні напори перед пожежним гідрантом із відкоригованими нормативними витратами в системах підвищеного тиску значно менші, передбачених існуючими нормами, і можуть створюватися висотою розміщення бака водонапірної башти або рельєфом місцевості.

Пожежні гідранти слід встановлювати лише в місцях сільської забудови на відстані 60 м один від одного (п. п. 3.2, 3.4). Для гасіння пожеж із застосуванням водопроводів підвищеного тиску слід застосовувати ручні пожежні стволи РС-70.

До гасіння пожеж у сільській місцевості за допомогою систем водопостачання підвищеного тиску пропонується залучення громадських протипожежних формувань або добровільних об'єднань громадян чи волонтерів, які забезпечені необхідним пожежно-технічним обладнанням. Застосування виїзної пожежної техніки при цьому не передбачається.

## **РОЗДІЛ 5**

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ**

**5.1. Запропоновані системи водопостачання підвищеного тиску для сільських населених пунктів з невеликою чисельністю мешканців**

**5.1.1. Необхідність влаштування водопроводів підвищеного тиску**

Враховуючи ситуацію із пожежною небезпекою, загибеллю та травмуванням людей, що відбувається на селі та станом забезпечення сільської місцевості протипожежними формуваннями, а також враховуючи чинні урядові документи, щодо першочергового забезпечення сільських населених пунктів України інженерно-технічними комунікаціями, у тому числі і системами централізованого водопостачання, пропонуються варіанти застосування водопроводів підвищеного тиску для цілей пожежогасіння.

Подібні схеми водопостачання сільських населених пунктів, що розглядаються, були запропоновані в роботі [99]. Але, при цьому, питання пожежогасіння авторами вирішувалося стандартно, відповідно до [38], тобто від зовнішніх штучних або природніх водойм та з водопроводів низького тиску за допомогою пожежних автомобілів. Питання застосування водопроводів високого тиску для цілей пожежогасіння пропонувалось для невеликих населених пунктів з чисельністю мешканців до 5 тис. осіб за відсутності професійної пожежної охорони відповідно до [38]. При цьому тиск у водопровідній мережі високого тиску біля пожежного гідранта населеного пункту має становити  $H = 28 + H_{\text{буд}}$ , м. Слід зазначити, що такий необхідний тиск має створюватися насосами-підвищувачами, які, за нормативними вимогами, живляться електроенергією за першою категорією надійності. Однак, більшість споживачів сільської місцевості, в тому числі елементи систем водопостачання за надійністю або ступенем забезпеченості подачі води відносять до III категорії надійності. В цьому випадку водопровідна система не забезпечить гарантованого необхідного тиску та витрат води на гасіння пожежі у населеному пункті.

На підставі аналізу отриманих результатів досліджень фактичних витрат води на гасіння пожеж, їх порівняння з нормативними та технічними можливостями арматури (пожежних стволів), для сільських населених пунктів з невеликою чисельністю мешканців (до 3 тис. осіб)

запропоновано системи водопостачання підвищеного тиску. Вказані системи з відкоригованими запропонованими нормативними витратами води, без суттєвих матеріальних та фінансових затрат, дозволяють створити зменшені напори. Для створення систем водопостачання підвищеного тиску можливе проектування нових або, за потребою, реконструювання існуючих сільських водопроводів.

У водопроводах підвищеного тиску нормативну витрату води на гасіння пожеж пропонується встановити кратною витраті води зі ствола РС-70 з діаметром насадки 19 мм 3,7 л/с, яка забезпечується напором на стволі 9,1 м. Вказані пропозиції витрат води підтверджені емпіричними даними, математичними очікуваннями на підставі експоненційного закону розподілу, а також технічними можливостями ручних пожежних стволів.

Висоту компактного струменя води, при застосуванні водопроводів підвищеного тиску прийнято 7 м, що відповідає нормативним вимогам внутрішнього протипожежного водопостачання [76], оскільки вказані системи пропонується застосовувати саме у початковий момент виникнення горіння.

Мінімальний напір у водопровідній мережі підвищеного тиску біля пожежного гідранта, становить  $H = 9,34 + H_{\text{буд}}$ , м, а максимальний  $H = 9,54 + H_{\text{буд}}$ , м, залежно від кількості жителів у сільському населеному пункті. Вказаний напір у водопровідній мережі підвищеного тиску сільського населеного пункту створюється висотою розміщення бака водонапірної башти, або встановленням її на найвищій точці рельєфу місцевості населеного пункту.

Пожежні гідранти підземного типу пропонується встановлювати в місцях житлової та господарської забудови населеного пункту, але на відстані не далі 60 м один від одного.

У разі високого залягання ґрунтових вод і неможливості прокладання водопровідних мереж нижче рівня промерзання ґрунту, пропонується застосування наземних пожежних гідрантів. Від використання для цілей пожежогасіння таких гідрантів, система водопостачання суттєво не зміниться. Відбудуться лише позитивні зміни у спрощеності та оперативності їх застосування, а також економії фінансів на їх застосування.

Вказана удосконалена система протипожежного водопостачання підвищеного тиску дозволяє її застосування для цілей пожежогасіння без залучення виїзної пожежної техніки з насосами, а також особового складу пожежно-рятувальних підрозділів. Пропонується застосування подібних систем для цілей пожежогасіння добровільними протипожежними формуваннями або іншими громадськими чи волонтерськими організаціями.

Таким чином, при невеликих додаткових витратах вдається одночасно створити досить ефективну систему водопостачання та пожежогасіння підвищеного тиску в невеликих сільських населених пунктах, а також забезпечити їх централізованим водопостачанням.

Окрім того, пропоновані системи не виключають можливості застосування для гасіння пожеж пересувної пожежної техніки з насосами та оперативною обслугою.

### **5.1.2. Схема водопроводу підвищеного тиску для невеликих сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 500 осіб**

Схема удосконаленого водопроводу підвищеного тиску зі зменшеними напорами та відкоригованими нормативними витратами води для невеликих сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 500 осіб зображена на рис. 5.1.

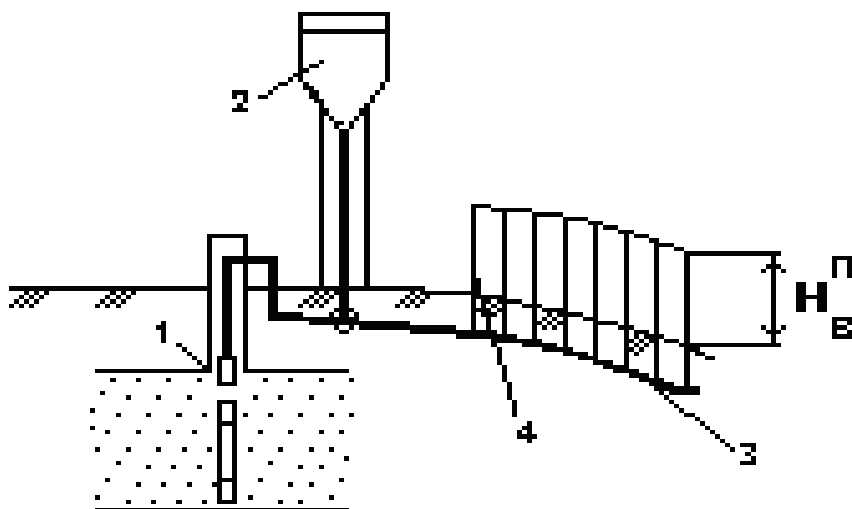


Рис. 5.1. Схема водопостачання сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 500 осіб та забезпечення необхідних напорів для пожежогасіння: 1 – водозабірна свердловина; 2 – водонапірна башта; 3 – водопровідна мережа; 4 – необхідні вільні напори

Необхідний напір у водопровідній мережі для пожежогасіння створюється висотою розміщення бака водонапірної башти.

Поповнення бака башти здійснюється за допомогою подачі води насосом з артезіанської свердловини чи іншої водозабірної свердловини або поверхневого джерела водопостачання.

Нормативну витрату води для пожежогасіння пропонується встановити рівною 3,7 л/с, що відповідає технічній характеристиці



пожежного ствола РС-70. При цьому напір на пожежному стволі має бути не менше 9,1 м, який забезпечує пропоновану витрату води.

Вільний напір в мережі водогону біля пожежного гідранта має становити не менше 9,34 м без урахування розміщення найвищої точки кривлі самої високої будівлі сільського населеного пункту.

Недоторканий запас води бака водонапірної башти для пожежогасіння в населеному пункті має бути розрахований на 3 год гасіння пожежі.

Пожежні гідранти встановлюються вздовж доріг сільбищної частини сільського населеного пункту на відстані 60 м один від одного.

### **5.1.3. Схема удосконаленого водопроводу підвищеного тиску для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб та забудовою до 2-х поверхів включно**

Схема удосконаленого водопроводу підвищеного тиску зі зменшеними напорами та відкоригованими нормативними витратами води для пожежогасіння в сільських населених пунктах з кількістю мешканців до 1000 осіб зображена на рис. 5.2.

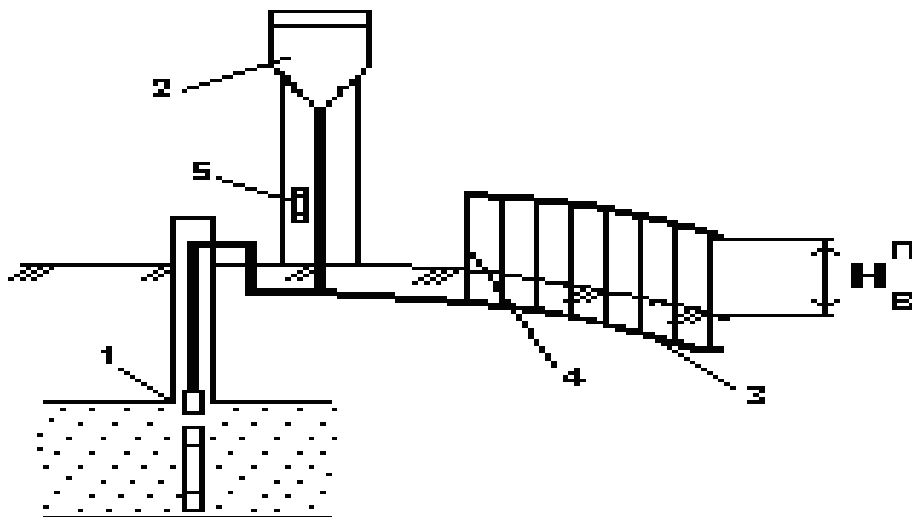


Рис. 5.2. Схема водопостачання сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 1000 осіб та забезпечення необхідних напорів для зовнішнього пожежогасіння: 1 – водозабірна свердловина; 2 – водонапірна башта; 3 – водопровідна мережа; 4 – необхідні вільні напори; 5 – насос-підвищувач

Необхідний напір в водопровідній мережі для пожежогасіння створюється висотою розміщення бака водонапірної башти або зануреним у воду насосом-підвищувачем, що знаходиться в стволі водонапірної башти або в колодязі біля башти, водою яка потрапляє з башти.

Поповнення бака здійснюється за допомогою подачі води насосом з артезіанської свердловини чи іншої водозабірної свердловини або поверхневого джерела.

Нормативна витрата води для зовнішнього пожежогасіння 3,7 л/с забезпечується напором на ручних пожежних стволах РС-70 не менше 9,1 м.

Вільний напір в мережі водогону біля пожежного гідранта має становити не менше 9,34 м без урахування розміщення найвищої точки крівлі самої високої будівлі сільського населеного пункту.

Недоторканий запас води бака водонапірної башти для пожежогасіння слід передбачити на 3 год гасіння пожежі в населеному пункті.

Пожежні гідранти встановлюються вздовж доріг сільбищної частини населених пунктів на відстані 60 м один від одного.

#### **5.1.4. Схема удосконаленого водопроводу підвищеного тиску для сільських населених пунктів з кількістю мешканців від 1000 до 3000 осіб та забудовою до 2-х поверхів включно**

Схема удосконаленого водопроводу підвищеного тиску зі зменшеними напорами та відкоригованими нормативними витратами води для пожежогасіння в сільських населених пунктах з кількістю мешканців понад 1000 до 3000 осіб має аналогічний вигляд схеми, зображеної на рис. 5.2.

Необхідний напір в водопровідній мережі створюється висотою розміщення бака водонапірної башти або зануреним в воду насосом-підвищувачем, який знаходиться в стволі водонапірної башти або в колодязі біля башти, вода в який потрапляє з башти.

Нормативну витрату води для зовнішнього пожежогасіння пропонується встановити 7,4 л/с. Забезпечити подачу нормативної витрати води на гасіння пожежі слід за допомогою двох ручних пожежних стволів РС-70 з діаметром насадок 19 мм. При цьому напір на пожежних стволах має бути не менше 9,1 м, який забезпечує витрату води 3,7 л/с.

Вільний напір в мережі водогону біля пожежного гідранта має становити не менше 9,54 м без урахування розміщення найвищої точки крівлі самої високої будівлі сільського населеного пункту.

Недоторканий запас води бака водонапірної башти для пожежогасіння слід передбачити на 3 год гасіння пожежі. Поповнення бака забезпечити за допомогою подачі води насосом з артезіанської свердловини чи іншої водозабірної свердловини або поверхневого джерела.

Пожежні гідранти встановлюються вздовж доріг сільбищної частини населених пунктів на відстані 60 м один від одного.

#### **5.1.5. Схема водопроводу низького тиску для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 3000 осіб та забудовою до 2-х поверхів включно із застосуванням пересувних пожежних насосів для подачі води на гасіння пожеж**

Схема водопроводу низького тиску з відкоригованими нормативними витратами води для сільських населених пунктів з кількістю мешканців до 3000 осіб та наявністю пожежно-рятувального підрозділу на їх території має аналогічний вигляд схеми, зображеної на рис. 5.1. Застосування таких систем здійснюється відповідно до рис. 1.4, б.

Вільний напір у водопровідній мережі для господарсько-питних потреб створюється висотою розміщення бака водонапірної башти, але не менше 10 м вод. ст.

Нормативну витрату води для зовнішнього пожежогасіння для населених пунктів до 1000 осіб пропонується встановити 3,7 л/с, а для населених пунктів від 1000 до 3000 осіб – 7,4 л/с. Для гасіння пожеж допускається застосування пожежних стволів РС-50 та РС-70 відповідно.

Необхідний напір біля пожежних стволів для цілей пожежогасіння (40-60 м. вод. стовпа) створюється пересувним пожежним насосом автомобіля, який знаходиться на озброєнні пожежно-рятувальних підрозділів сільського населеного пункту.

Пожежні гідранти встановлюються вздовж доріг сільбищної частини населених пунктів на відстані, що залежить від типу та пропускної спроможності пожежного гідранта і нормативної витрати води.

#### **5.2. Організація пожежогасіння в невеликих сільських населених пунктах із застосуванням водопроводів підвищеного тиску**

Складна оперативно-тактична характеристика сільських населених пунктів зумовлює особливі вимоги до організації гасіння пожеж із залученням сил та засобів із застосуванням водопроводів, природних та штучних водоймищ, пожежної та пристосованої техніки.

Пожежні підрозділи та формування в сільській місцевості, як свідчать статистичні дані, відсутні взагалі або, як правило, за своїм складом нечисленні і недостатньо забезпечені пожежною технікою та інвентарем. Тому ці обставини змушують залучати до гасіння пожеж

доросле населення сільських населених пунктів (пожежних добровольців, волонтерів).

У тих випадках коли пожежне депо віддалено від населеного пункту на відстань понад 3 км або при недостатній кількості засобів гасіння пожежі, слід передбачати водопроводи підвищеного тиску із запропонованими зменшеними витратами води для цілей пожежогасіння та відкоригованими напорами перед пожежними гідрантами.

При виникненні пожежі успіх її гасіння, перш за все, залежить від моменту початку ліквідації. У вирішенні цього питання суттєве значення мають добровільні протипожежні формування або громадські організації, створені в сільських населених пунктах або на підприємствах, дії яких значно полегшуються при влаштуванні водопроводів підвищеного тиску. Це незначно або взагалі не підвищує вартість будівництва та експлуатації водопровідних мереж, а їх застосування може бути однозначно оправданим у сільських населених пунктах з невеликою чисельністю мешканців. Основним фактором успіху гасіння пожежі є оперативність та вчасність дій щодо гасіння пожежі.

Для зменшення часу виявлення пожежі, пропонується облаштування приватних садиб громадян автономними пожежними сповіщувачами з виведенням звукового чи візуального сигналу на зовні будівлі.

У великих селищах сільської місцевості підвищення тиску в насосній станції не досягає необхідного успіху і практично є недоцільним. Тобто у цьому випадку має передбачатись організація пожежної охорони з нормативним радіусом виїзду 3 км та часом прибуття до місця виклику 20 хв (25 хв – для умов негоди та бездоріжжя).

Схема організації пожежогасіння із застосуванням водопроводів підвищеного тиску зображена на рис. 5.3.

Як видно з рис. 5.3, в даному випадку, у застосуванні пожежної техніки із пересувними насосами немає потреби.

При гасінні пожеж у сільських населених пунктах із застосуванням водопроводів підвищеного тиску зі зменшеними напорами та відкоригованими нормативними витратами води пропонується, рішеннями об'єднаних територіальних громад або сходів сіл: у кожному населеному пункті створити добровільні протипожежні формування (об'єднання добровольців чи волонтерів) з числа сільського дорослого населення, які б виконували свої обов'язки без оплати й чергували б у вільний від основної роботи час.

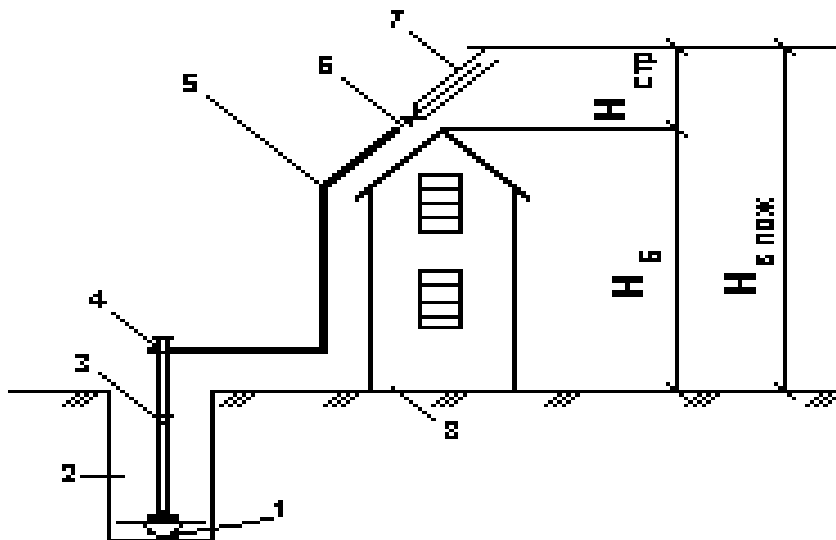


Рис. 5.3. Схема організації пожежогасіння з водопровідної мережі підвищеного тиску: 1 – водопровідна мережа; 2 – колодязь; 3 – пожежний гідрант; 4 – пожежна колонка; 5 – прогумований пожежний рукав; 6 – пожежний ствол; 7 – компактний струмінь води; 8 – житловий будинок

Пожежним-волонтером або добровольцем може бути кожна особа, від 18 років, однак доброволець не повинен мати протипоказань для фізичних навантажень. Окрім того, бажаючі можуть брати безпосередню участь у навчанні громадян пожежної культури, а також у проведенні профілактичних заходів серед сільського населення.

Для цього, рішеннями об'єднаних територіальних громад або сходів сіл заздалегідь для кожного села, що знаходиться на території сільської ради і забезпечене централізованим водопостачанням, визначається список осіб, місце зосередження і перелік необхідного протипожежного інвентарю, з яким мають прибути добровольці (волонтери) до місця пожежі (пожежні рукави, пожежні колонки, відра, ломи, сокири, багри, лопати, драбини тощо).

Подібні варіанти можна запропонувати і для застосування існуючих водопроводів сільських населених пунктів.

Особи з числа добровольців (волонтерів) набувають і підвищують кваліфікацію на курсах, що їх періодично організує пожежно-рятувальна служба ДСНС України на навчальних пунктах обласних центрів. Після успішної здачі іспитів, їм буде надано кваліфікацію та офіційний правовий статус пожежного-волонтера, а також право на гасіння пожеж.

Добровольцям з місцевих мешканців, які прийматимуть участь у ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій, рішеннями об'єднаних

територіальних громад або сходів сіл можуть надаватися певні пільги та соціальні гарантії від держави й органів місцевого самоврядування: щодо організації власного бізнесу чи господарювання; під час оподаткування земельної ділянки; продажу власної продукції тощо.

Пропонується розмістити необхідний вказаний інвентар у певному місці з розрахунку, приблизно на кожні 500-600 мешканців населеного пункту, для чого придбати 4-8 пожежних рукавів діаметром 66 мм (залежно від запропонованих витрат води для населених пунктів до 1000 осіб та більше, ніж 1000 осіб), по два ручні пожежні стволи РС-70, та пожежну колонку, які були б розміщені на візку (рис. 5.4), і знаходилися б в одній із осель сільського населеного пункту у відповідальній особи, яка в необхідний момент, разом з іншими учасниками гасіння, доставила б його до місця пожежі.

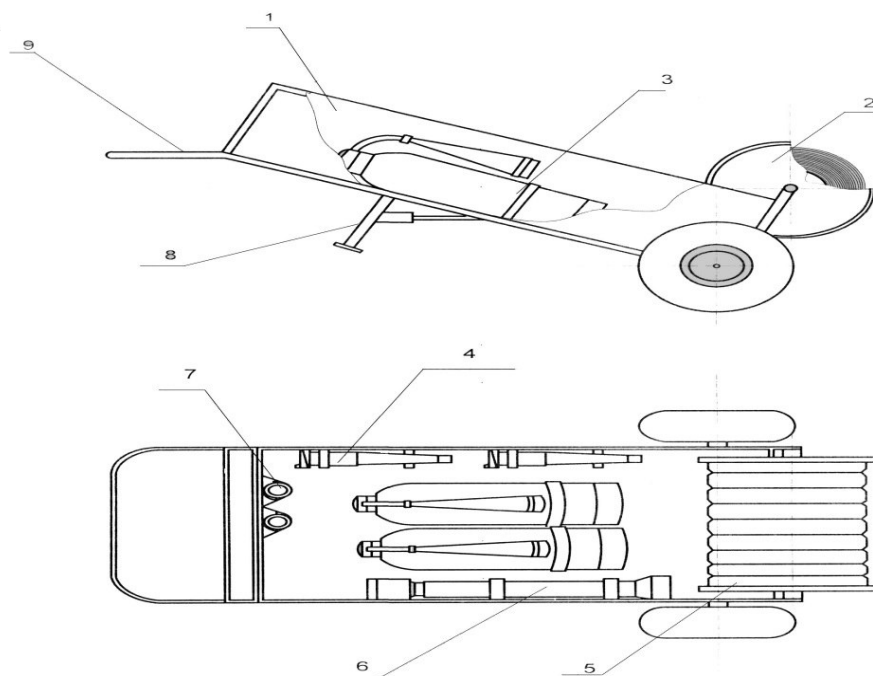


Рис. 5.4. Візок з пожежно-технічним обладнанням: 1 – візок; 2 – катушка з пожежними рукавами; 3 – переносні вогнегасники; 4 – пожежні стволи; 5 – пожежні рукави; 6 – пожежна колонка; 7 – з'єднувальні головки та рукавні перехідники; 8 – стійка (опора); 9 – ручка

На цю ж особу покладаються і обов'язки зі зберігання та обслуговування вказаного обладнання. Завантаження і комплектність та конструкція візка може бути різноманітною.

Враховуючи те, що в країнах Євросоюзу для гасіння пожеж у 80-ти випадках зі 100 були використані переносні вогнегасники – пропонується, окрім розміщення обладнання для застосування централізованих водопроводів підвищеного тиску, ручні вогнегасники

(їх кількість та вид (порошкові, вуглекислотні) може бути різноманітною).

Відповідальність за організацію придбання пожежно-технічного обладнання та візків покладається на виконкоми об'єднаних територіальних громад.

Окрім запропонованого варіанту залучення добровольців чи волонтерів у сільській місцевості для гасіння пожеж, деякі автори пропонують інші варіанти вирішення цього питання.

В Україні з 1992 року, згідно з чинним законодавством, існує альтернативна військова служба для молоді. На Волині найбільша кількість юнаків-альтернативників трудяться в лісових господарствах, лікарнях, пожежній охороні. Для утримання пожежних на селі необхідні кошти, зате альтернативникам платити не треба – вони проходять службу.

«– Це ж яка користь громаді, коли не чекаючи пожежних машин із Каменя, які долають відстань у 30 км до Черче за 30 хвилин, погасити пожежу будинку, хліва, чи лісу, негайно в стадії загорання. ...наші альтернативники припинили загорання в будинку пенсіонера, примчали на мотоциклах та за допомогою пожежного автомобіля швиденько справились із вогнем – хто рукава тримав, хто мотором керував, хто воду подавав, і все дружно і організовано...» [100].

Окрім запропонованої системи організації пожежогасіння із залученням добровільних протипожежних формувань, вищевказані схеми успішно працюватимуть із залученням пожежної техніки пожежно-рятувальних підрозділів, які прибуватимуть на ліквідацію пожежі в сільські населені пункти де є централізоване водопостачання. Схема застосування такої організації пожежогасіння зображена на рис. 5.5.

При такій організації пожежогасіння можливе застосування водопроводів як низького так і підвищеного тиску зі зменшеними напорами та відкоригованими нормативними витратами води і використання пожежних водойм, за умови врахування при проектуванні та будівництві водопроводів і водоймищ розрахункових витрат води на зовнішнє пожежогасіння: 3,7 л/с – для сільських населених пунктів до 1000 осіб та 7,4 л/с – для сільських населених пунктів з кількістю населення понад 1000 осіб.

Водопроводи низького тиску можна влаштовувати лише за наявності безпосередньо в сільському населеному пункті або в радіусі 3 км від нього пожежного депо, черговий караул якого може подати, з урахуванням наявної пожежної техніки, вогнегасні речовини з необхідною для пожежогасіння витратою води.

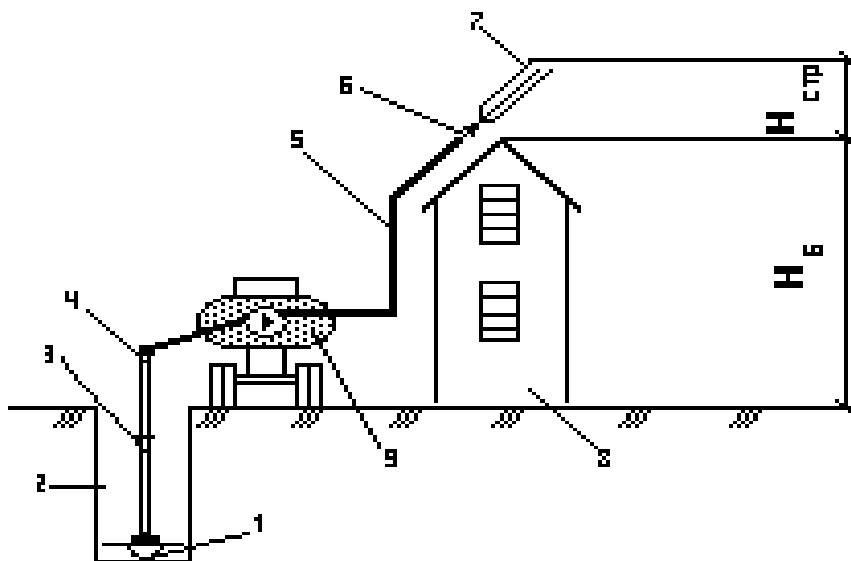


Рис. 5.5. Схема організації пожежогасіння від водопровідної мережі низького тиску: 1 – водопровідна мережа; 2 – колодезь; 3 – пожежний гідрант; 4 – пожежна колонка; 5 – прогумований пожежний рукав; 6 – ручний пожежний ствол; 7 – компактний струмінь води; 8 – житловий будинок; 9 – пожежний автомобіль

В невеликих сільських населених пунктах може не передбачатись місцева пожежна охорона але наявність іншого протипожежного формування з пересувними пожежними насосами на їх озброєнні, є обов'язковою.

Таким чином, застосування запропонованих водопроводів підвищеного тиску зі зменшеними напорами та відкоригованими нормативними витратами води на гасіння пожеж дозволяє створити досить ефективні системи водопостачання та пожежогасіння, організація якого покладається на об'єднані територіальні громади за рахунок створення добровільних чи волонтерських протипожежних формувань (волонтерів) з числа дорослого сільського населення у кожному населеному пункті. З урахуванням результатів проведених досліджень, щодо зменшення нормативних витрат води та втрат напорів і відстаней між пожежними гідрантами можлива реконструкція існуючих водопроводів низького тиску.

Водопроводи низького тиску та системи водопостачання зі штучних та природних водоймищ можна влаштовувати лише за наявності безпосередньо в населеному пункті або в радіусі 3 км від нього пожежного депо, з наявною пожежною технікою, черговий караул якого може прибути до місця виклику упродовж 20 хв та подати, воду з необхідною для пожежогасіння витратою.



Реформування інституту місцевого самоврядування, передача низки функцій від держави до місцевих органів влади, збільшення фінансової складової місцевих бюджетів неодмінно поставлять питання про розширення мережі добровільних протипожежних формувань в Україні. На це вказує зокрема й практика наших найближчих західних сусідів: Польщі, Чехії, Словаччини, Угорщини тощо.

Створення добровільних пожежних формувань та волонтерів в об'єднаних територіальних громадах допоможе як державі, так і громадянам створити більш безпечне місце для життя.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білько Ю. О., Гайдар С. В., Герасименко А. В. Соціально-економічна характеристика сільських населених пунктів України. *Статистичний збірник Державної служби статистики України*. Київ : Державна служба статистики України, 2014. 187 с. URL: [https://ukrstat.org/uk/metaopus/2014/0126006\\_2014.htm](https://ukrstat.org/uk/metaopus/2014/0126006_2014.htm) (дата звернення: 18.09.2017).

2. Про пріоритетність соціального розвитку села та агропромислового комплексу в народному господарстві : Закон України від 17.10.1990 р. № 400-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/400-12> (дата звернення: 18.09.2017).

3. Про Загальнодержавну цільову програму "Питна вода України" на 2006–2020 роки : Закон України від 03.03.2005 р. № 2455-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2455-15> (дата звернення: 18.09.2017).

4. Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року : Закон України від 24.05.2012 р. № 4836-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4836-17> (дата звернення: 18.09.2017).

5. Про водопостачання сільських населених пунктів України : Постанова Кабінету Міністрів України від 14.03.1992 р. № 134. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/134-92-п/sp:wide:max100> (дата звернення: 22.09.2017).

6. Про Програму розвитку водопровідно-каналізаційного господарства : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.1997 р. № 1269. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1269-97-п> (дата звернення: 22.09.2017).

7. Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми соціального розвитку села на період до 2011 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 10.08.2004 р. № 573-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/573-2004-р> (дата звернення: 22.09.2017).

8. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> (дата звернення: 22.09.2017).

9. Конституція України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр> (дата звернення: 2.09.2017).

10. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Вагнер П. Проблема пожаров в мире в начале XXI столетия. *Пожаровзрывобезопасность*.

М., 2003. №1. С. 7–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-pozharov-v-mire-v-nachale-xxi-stoletiya> (дата звернення: 02.09.2017).

11. World fire statistics 2015, 63 с. URL: [https://www.google.com.ua/search?client=opera&q=ctif\\_report20\\_world\\_fire\\_statistics\\_2015&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8](https://www.google.com.ua/search?client=opera&q=ctif_report20_world_fire_statistics_2015&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8) (дата звернення: 23.09.2017).

12. World fire statistics 2016, 62 с. URL: [https://www.ctif.org/sites/default/files/ctif\\_report21\\_world\\_fire\\_statistics\\_2016.pdf](https://www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report21_world_fire_statistics_2016.pdf) (дата звернення: 23.09.2017).

13. Аналітична довідка про стан із пожежами та наслідками від них в Україні за 12 місяців 2014 року. URL: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2014/AD\\_12\\_14.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2014/AD_12_14.pdf) (дата звернення: 23.02.2018).

14. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 12 місяців 2015 р. URL: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2015/AD\\_12\\_15.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2015/AD_12_15.pdf) (дата звернення: 23.02.2018).

15. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 12 місяців 2016 р. URL: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD\\_12\\_2016.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD_12_2016.pdf) (дата звернення: 23.02.2018).

16. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 12 місяців 2017 р. URL: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2017/AD\\_12\\_2017.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2017/AD_12_2017.pdf) (дата звернення: 23.02.2018).

17. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 12 місяців 2013 р. URL: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2013/AD\\_12\\_13.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2013/AD_12_13.pdf) (дата звернення: 23.02.2018).

18. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 12 місяців 2012 р. URL: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2012/AD\\_12\\_12.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2012/AD_12_12.pdf) (дата звернення: 23.02.2018).

19. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 12 місяців 2011 р. URL: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html> (дата звернення: 23.02.2018).

20. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 12 місяців 2010 р. URL: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2010/stat\\_fire\\_2010.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2010/stat_fire_2010.pdf) (дата звернення: 23.02.2018).

21. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж : наказ МВС України від 26.04.2018 р. № 340. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#n10> (дата звернення: 17.02.2019).

22. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо порядку організації гасіння пожеж в населених пунктах у сільській місцевості :

наказ МНС України від 20.09.2010 р. № 798. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0798666-10> (дата звернення: 23.02.2018).

23. Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 січня 2017 р. № 61-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-p> (дата звернення: 20.02.2019).

24. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році : Державна служба України з надзвичайних ситуацій, 2015. URL: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Nacionalna-dopovid-pro-stand-tehno-gennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini.html> (дата звернення: 20.02.2019).

25. Кусковець С.Л., Орлов В.О. Визначення витрат води на пожежогасіння в сільській місцевості. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2004. Ч. 1. Вип. 4(28). С. 155–161.

26. Доманський В.А. Пожежна охорона на межі століть. *Пожежна безпека*. 2003. № 2. С. 13–16.

27. Стан з пожежами та наслідками від них в Рівненській області за 2017 рік. Головне Управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Рівненській області, 2018. 14 с.

28. Про затвердження критеріїв утворення державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин) Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту в адміністративно-територіальних одиницях та переліку суб'єктів господарювання, де утворюються такі підрозділи (частини) : Постанова Кабінету Міністрів України від 27 листопада 2013 р. № 874. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/874-2013-p> (дата звернення: 24.02.2018).

29. Кусковець С. Л., Чернецька І. В., Сахарук К. І., Кусковець А. С. Вплив оперативного реагування пожежно-рятувальних підрозділів на час безпечної евакуації людей у випадку пожежі. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2017. Вип. 2(78). С. 55–65.

30.ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій. URL: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/15.1.%20ДБН%20Б.2.2-12-2018%20ПЛАНУВАННЯ%20І%20ЗАБУДОВА%20ТЕРИТОРІЙ.pdf> (дата звернення: 17.01.2019).

31. Фінансові витрати на утримання місцевої пожежної охорони. URL: [http://dsns.gov.ua/files/2016/3/25/12\\_5\\_06.od](http://dsns.gov.ua/files/2016/3/25/12_5_06.od) (дата звернення: 22.09.2017).

32. Як борються з вогнем у Польщі? URL: <http://monitor-press.com/ua/extensions/statti-ua/3517-13739.html> (дата звернення: 23.09.2017).

33. Волинянин – про досвід пожежних-добровольців у Польщі. URL: <https://slovovolyni.com/ukr/report/35285> (дата звернення: 23.09.2017).

34. Організація добровільної пожежної охорони у державах центральної Європи. URL: <http://ns-plus.com.ua/2017/02/12/> (дата звернення: 23.09.2017).

35. В Україні створюють систему добровільної пожежної охорони. URL: <https://tsn.ua/ukrayina/v-ukrayini-z-yavlyatsya-pozhezhniki-volonteriza-polskim-zrazkom-928495.html> (дата звернення: 23.09.2017).

36. Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 1 квітня 2014 р. № 333-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/333-2014-p> (дата звернення: 28.09.2017).

37. Орлов В. О., Кусковець С. Л. Дослідження стану пожежогасіння в сільській місцевості. *Збірник наукових праць УДУВГП. Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво*. Рівне : УДУВГП, 2003. Випуск 28 С. 90–95.

38. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. URL: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/101.1.%20ДБН%20В.2.5-74~2013.%20Водопостачання.%20Зовнішні%20мережі.pdf> (дата звернення: 17.11.2017).

39. ДСТУ ISO 23932:2018 Інжиніринг пожежної безпеки. Загальні принципи (ISO 23932:2009, IDT) URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=76679](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76679) (дата звернення: 17.11.2018).

40. Гидравлика и пожарное водоснабжение : учебное пособие / Мальцев Е. Д., Бубырь Н. Ф. и др. М. : ВПТШ МВД СССР, 1976. 447 с.

41. Качалов А. А., Воротынцев Ю. П., Власов А. В. Противопожарное водоснабжение. М. : Стройиздат, 1985. 286 с.

42. ДСТУ EN 14339:2016 Протипожежна техніка. Гідранти пожежні підземні. Загальні вимоги та методи випробувань. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=65052](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65052) (дата звернення: 17.11.2017).

43. ДСТУ 2273:2006 Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять. URL: [http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY3/dsty\\_2273-2006.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2273-2006.pdf) (дата звернення: 18.11.2017).

44. ДСТУ 2112–92 (ГОСТ 9923-93) Пожежна безпека. Продукція протипожежного призначення. Стволи пожежні ручні. Технічні умови. Київ : Пожінформтехніка, 2000. С.247 – 256.

45. Иванников В. П., Ключ П. П. Справочник руководителя тушения пожара. М. : Стройиздат, 1987. 288 с.

46. Про затвердження Норм табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України : наказ МВС України від 29.05.2013 р. № 358. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0358388-13> (дата звернення: 17.02.2019).

47. Лобачев В. Г. Противопожарное водоснабжение. Москва : Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1950. 332 с.

48. Позднеев М. В. Противопожарное водоснабжение. Москва : Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1940. 544 с.

49. Тарасов-Агалаков Н. А. Обследование систем противопожарного водоснабжения. Москва : Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1952. 84 с.

50. Кусковець С. Л. Проблеми сільськогосподарського протипожежного водопостачання. *Вісник УДУВГП. Водопостачання та водовідведення, магнітно-електричне очищення води*. Рівне : УДУВГП, 2002. Ч. 4. Вип. 5(18). С. 117–125.

51. ВБН 46/33-2.5-5-96 Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. Київ : Держводгосп України, 1996. 152 с.

52. СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Нормы проектирования. Москва : Стройиздат, 1985. 136 с.

53. Калицун В. И. Основы водоснабжения и канализации. Москва : Стройиздат, 1977. 207 с.

54. Курбатский О. М., Иванов Е. Н. Противопожарное водоснабжение в сельской местности. М. : Стройиздат, 1971. 157 с.

55. Правила улаштування електроустановок : наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476, вид., перероб. і доп., 2017. 617 с. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/ПУЕ.pdf> (дата звернення: 17.01.2019).

56. Иванов Е. Н. Противопожарное водоснабжение. Москва : Стройиздат, 1986. 316 с.

57. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. М. : Стройиздат, 1982. 440 с.

58. Білан О. О., Даниленко М. Д. Водоводи та водопровідні мережі. Київ : Вища школа, 1977. 160 с.

59. Антіпов І. А., Кулешов М. М., Петухова О. А. Протипожежне водопостачання : підручник. Харків : АЦЗ, 2004. 255 с.
60. Polska norma PN-B-02863:1997 Przeciwpowarowe zaopatrzenie wodne. Siec wodociagowa przeciwpowarowa. Polski Komitet Normalizacyjny dnia 28 listopada 1997 r. С. 1–3.
61. Polska norma PN-B-02864:1997 Przeciwpowarowe zaopatrzenie wodne. Zasady obliczania zapotrzebowania na wode do celow przeciwpowarowych do zewnetrznego gaszenia pogaru. Polski Komitet Normalizacyjny dnia 24 grudnia 1997 r. С. 1–6.
62. Позднеев М. В. Противопожарное водоснабжение. Москва : Гострансиздат, 1937. 490 с.
63. Позднеев М. В. Противопожарное водоснабжение. Москва : Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1940. 544 с.
64. Кусковець С. Л., Орлов В. О. Визначення витрат води на пожежогасіння в сільській місцевості. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2004. Ч. 1. Вип. 4(28). С. 155–161.
65. Кусковець С. Л., Бенч А. Я. Дослідження витрат води для цілей пожежогасіння в сільських населених пунктах. *Збірник наукових праць ЛІПБ МНС України. Пожежна безпека*. Львів : ЛІПБ та УкрНДІПБ МНС України, 2004. №5. С. 107–113.
66. Никитин Л. И., Прокофьев П. С., Виноградов Е. Г. Основы противопожарной техники. М. : Гослесбумиздат, 1960. С. 124–142.
67. НСП 102-51 Противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест. URL: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293773/4293773491.htm> (дата звернення: 17.11.2017).
68. СНиП II-31-74 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Нормы проектирования. Москва : Стройиздат, 1975. 149 с.
69. СНиП II-Г 3-62 Водоснабжение. Нормы проектирования. Москва : Стройиздат, 1963. 94 с.
70. Емельянов А. П., Емельянов В. П. Новые подходы к нормированию систем противопожарного водоснабжения. *Новости в экологической и безопасной жизнедеятельности* : доклад на 3-ей Всероссийской научно-практической конф. Реферативный журнал “Пожарная охрана” №2, 2013. С. 7.
71. Волков И. С. Машины и аппараты пожаротушения. Москва : Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1948. 332 с.
72. Тарасов-Агалаков Н.А. Противопожарное водоснабжение. Москва : Стройиздат, 1967. 308 с.
73. Кусковець С. Л., Кусковець А. С., Лазаренко О. В. Шляхи підвищення ефективності гасіння пожеж пожежно-рятувальними

підрозділами МНС України. *Пожежна безпека* : зб. наук. праць ЛДУБЖД, УкрНДІПБ, МНС України. Львів : ЛДУБЖД, 2007. № 11. С. 119–124.

74. Кусковець С. Л., Кусковець А. С., Лазаренко О. В. Обґрунтування необхідності застосування наземних гідрантів для цілей пожежогасіння. *Пожежна безпека-2007* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Черкаси, 2007. С. 373.

75. Кусковець С. Л., Мандрус В. І., Кусковець А. С. Експериментальні визначення гідравлічних опорів пожежних стволів. *Всеукраїнський науково-технічний журнал Промислова гідравліка і пневматика*. Вінниця, 2006. №4(14). С. 63–64.

76. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. URL: <http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1059> (дата звернення: 17.11.2017).

77. Кусковець С. Л., Орлов В. О. Визначення відстаней між пожежними гідрантами для цілей зовнішнього пожежогасіння в сільських населених пунктах.. *Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2005. Випуск 29. С. 133–138.

78. Мандрус В. І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, газодуви, компресори). Львів : Видавництво «Магнолія плюс», 2005. 338 с.

79. ДСТУ EN 14339:2016 Протипожежна техніка. Гідранти пожежні підземні. Загальні вимоги та методи випробувань. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=65052](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65052) (дата звернення: 17.02.2018).

80. Інвестиційний паспорт. Рівненська область. URL: [http://www.investinrivne.org/public/files/invest\\_passport\\_ua.pdf](http://www.investinrivne.org/public/files/invest_passport_ua.pdf) (дата звернення: 22.11.2018).

81. Молчадский И. С., Зернов С. И. Определение продолжительности начальной стадии пожара. *Сборник трудов. Пожарная профилактика*. М. : ВНИИПО МВД СССР, 1981. С. 26–45.

82. Мальцев В. М., Мальцев М. И., Компаров Л. Я. Основные характеристики горения. М. : Химия, 1977. 320 с.

83. Трушкин Д. В. Оценка пожарной опасности строительных материалов на основе анализа динамических характеристик. Токсичность летучих продуктов горения, воспламеняемость и распространение пламени. *Пожаровзрывобезопасность*. М., 2013. № 1. С. 19–23.

84. Абдурагимов И. М., Говоров В. Ю., Макаров В. Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. М. : Редакционно-



издательский отдел высшей инженерной пожарно-технической школы МВД СССР, 1980. 255 с.

85. Бут В. П., Куціший Л. Б., Болібрux Б. В. Практичний посібник з пожежної тактики. Львів : «Сполом», 2003. 122 с.

86. НАПБ 07.015-96 Нормативи з пожежно-стройової підготовки. URL: [http://online.budstandart.com/ua/component/virtuemart/3\\_3/iinshii\\_68/udpo\\_mvs\\_ukrayiny\\_6715/07.015-96+71133-detail.html?Itemid=0](http://online.budstandart.com/ua/component/virtuemart/3_3/iinshii_68/udpo_mvs_ukrayiny_6715/07.015-96+71133-detail.html?Itemid=0) (дата звернення: 22.11.2018).

87. Місцеві пожежні команди, добровольці-вогнеборці і ліквідація пожежної інспекції: Аваков презентував реформу ДСНС. URL: [https://censor.net.ua/ua/news/406175/mistsevi\\_pojejni\\_komandy\\_dobrovolt\\_sivognebortsi\\_i\\_likvidatsiya\\_pojejnoyi\\_inspektsiyi\\_avakov\\_prezentuvav](https://censor.net.ua/ua/news/406175/mistsevi_pojejni_komandy_dobrovolt_sivognebortsi_i_likvidatsiya_pojejnoyi_inspektsiyi_avakov_prezentuvav) (дата звернення: 21.09.2016).

88. Родионов Е. Г. Разработка методологии обоснования нормативных расходов воды при тушении пожаров. *Пожарная безопасность*. М., 2013. № 5. С. 83–86.

89. Пустыльник Е. И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М. : Наука, 1968. 288 с.

90. Гайдышев И. Анализ и обработка данных : специальный справочник. СПб. : Питер, 2001. 752 с.

91. Толбатов Ю. А. Математична статистика та задачі оптимізації в алгоритмах і програмах. К. : Вища школа, 1994. 399 с.

92. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М. : Наука, 1984. 831 с.

93. Кендалл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи / Пер. с английского Л.И. Гальчука, А. Т. Терехина. Под ред. А. Н. Колмогорова. М. : Наука, 1973. 899 с.

94. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / Корольюк В. С., Портенко Н. И., Скороход А. В., Турбин А. Ф. М. : Наука, 1985. 640 с.

95. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок / пер. с англ. М. : Мир, 1985. 272 с.

96. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB : специальный справочник. СПб. : Питер, 2001. 480 с.

97. Ошибки эксперимента и способы их количественной оценки. / методические указания по курсу «Основы научных исследований» для студентов всех специальностей и слушателей ФПКП. Ленинград : ЛИСИ, 1983. 52 с.

98. ГОСТ 11.006–74 (СТ СЭВ 1190-78). Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294753/4294753133.pdf> (дата звернення: 21.09.2016).

99. Орлов В.О., Зошук А.М. Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення : підручник для вузів. Рівне : УДУВГП, 2002. 203 с.

100. Грушовінчук В. Чудова сімка вогнеборців. *Надзвичайна ситуація*. 2004. №9. С. 29.

Наукове видання

*Кусковець Сергій Леонідович*

# **ПРОТИПОЖЕЖНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ В СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ**

*Монографія*

*Друкується в авторській редакції*

*Технічний редактор*

*Г. Ф. Сімчук*

Підписано до друку 31.03.2020 р. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Ум.-друк. арк. 9,5. Обл.-вид. арк. 10,5.

Тираж 300 прим. Зам. № 5473.

*Видавець і виготовлювач*

*Національний університет*

*водного господарства та природокористування*

*вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до  
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*